

מדריך לניהול אנרגיה בבתי ספר

2 0 1 7

משרד התשתיות הלאומיות,
האנרגיה והמים
www.energy.gov.il



דבר מנכ"ל משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים

משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים אחראי על משק האנרגיה ומשאבי הטבע של מדינת ישראל. המשרד פועל לאספקת מוצרים חיוניים, אשר כולנו נוטים לקחת כמובנים מאליהם: חשמל, מים ודלק.

האגף לשימור אנרגיה במשרד אחראי על ייעול השימוש באנרגיה, ניצולה בצורה מיטבית ופועל לחיסכון בצריכת החשמל במשק. חשיבות תפקידו של האגף קיבלה משנה תוקף במסגרת ועידת האקלים בפריז, אשר נערכה בסוף שנת 2015, בה גובש הסכם כלל עולמי להפחתת שינויי האקלים. פועל יוצא של החלטות הוועידה הוא החלטת ממשלה להפחתת גזי חממה, בה נקבע, בין היתר, יעד של צמצום צריכת החשמל בשיעור של לפחות 17% עד שנת 2030.

אחד מכלי העזר המרכזיים לייעול צריכת החשמל הוא מערכות לניהול אנרגיה. המערכות מקדמות שימוש יעיל באנרגיה של הצרכנים הסופיים, מקטינות שימוש באנרגיה ממקורות מתכלים, מצמצמות פליטות של גזי חממה ומפחיתות את התלות ביבוא אנרגיה.

שימוש במדריך יסייע לכם, מנהלי בתי ספר, בתהליך ההטמעה של מערכות לניהול אנרגיה. אני מאמין כי הטמעת מערכות לניהול אנרגיה בבתי הספר שאתם מנהלים, תביא לחסכון כספי וחלוקה נכונה של עלויות צריכת החשמל בין המשתמשים השונים במבנה. בהצלחה!

בברכה,
שאול מרידור

דבר מנכ"לית עיריית כפר סבא

העיר כפר סבא חרטה על דגלה את ערכי הקיימות ואיכות הסביבה. זה למעלה מעשור שהעיר מובילה עשייה של קיימות ושואפת להוות דוגמה לערים אחרות המבקשות לאמץ מדיניות מקיימת ולהעלות למודעות הציבורית את החשיבות של שמירה על הסביבה וערכיה. אני מאמינה כי הדרך הטובה ביותר להשפיע היא להנחיל ערכים אלו כבר בגיל הרך, וזאת באמצעות מערכת החינוך העירונית שמסייעת להעמיק את הידע והעשייה בקרב הילדים ובני הנוער בעיר.

מיזם 'חכמים באנרגיה' שיזמו וניהלו מחלקת קיימות ומחלקת חשמל בעיריית כפר סבא בשיתוף איגוד ערים לאיכות סביבה משולש דרומי (טירה, כפר קאסם, כפר ברא, ג'לג'זליה וקלנסווה) הוא ההוכחה לכך שהחינוך מגשר על כל פער. מיזם 'חכמים באנרגיה' מטמיע מערכות לניהול אנרגיה חכמה בבתי ספר ובמבני ציבור וממומן במסגרת קול קורא של האיחוד האירופי במטרה לבנות מודלים להתייעלות אנרגטית ברשויות מקומיות בישראל.

התכנית פעלה בשנים 2015-2017 בשמונה עשר בתי ספר ושישה מבני ציבור בכפר סבא וברשויות המשולש הדרומי, והביאה לידי שינוי תודעתי משמעותי בתחום ההתייעלות האנרגטית ולחיסכון שנתי של כ-392 MWh ו-285 טון גזי חממה. מדובר בהישג משמעותי וחשוב ביותר.

אני שמחה לבשר כי כבר בשנה השנייה של המיזם הורחבה התכנית לכלל בתי הספר היסודיים בכפר סבא במטרה לסייע להם במעבר לניהול עצמי, על סמך הניסיון והידע שנצברו בתכנית.

זו ההזדמנות להודות לראשי הערים שהובילו בשותפות את המיזם הייחודי - ראש עיריית כפר סבא, מר יהודה בן חמו, ראש עיריית טירה, מר מאמון עבד אל חי, ראש עיריית כפר קאסם, מר עדאל בדיר ומנכ"ל איגוד ערים לאיכות הסביבה במשולש הדרומי, מר כמאל גזאוי. תודה גדולה לאיחוד האירופי אשר בחר במיזם בתחום ההתייעלות האנרגטית.

כולי תקווה כי בקרוב מאוד נזכה לראות את המיזם המבורך בפריסה ארצית נרחבת במטרה ונשמור על הסביבה ועל איכות חיינו.

בברכה,
אשרת גני גונן
מנכ"לית עיריית כפר סבא

תוכן עיניינים

חלק ג': מערכות ניהול אנרגיה - נספח טכני..... 42

1. רכישה והתקנה של מערכות ניהול אנרגיה..... 43
2. מערכות ניהול אנרגיה - ממשקי משתמש..... 44
- א. ממשק מס' 1 - מסכי תצוגה (Dashboard)..... 44
- ב. ממשק מס' 2 - דוחות לדוא"ל..... 47
- ג. ממשק מס' 3 - התרעות..... 51

חלק ד': מימוש פוטנציאל ההתייעלות בבית הספר..... 53

1. חיסכון בחשמל באמצעות שינוי התנהגותי..... 54
 - א. כיתות, חדרים, משרדים ומסדרונות..... 54
 - ב. תחזוקת מזגנים..... 57
 - ג. מזכירות וחדרי מחשבים..... 57
 - ד. חדר מורים..... 57
2. חיסכון בחשמל באמצעות שדרוג התשתית..... 59
 - א. פעולות פשוטות בעלות נמוכה והחזר השקעה מהיר..... 59
 - ב. פעולות מתקדמות לביצוע בעת שיפוץ/החלפת מוצרי חשמל..... 62

חלק א': מדריך..... 4

1. מטרת התכנית..... 5
2. יעדי התכנית..... 6
3. שיטה..... 6
 - א. זיהוי השותפים הרלוונטיים לתהליך..... 6
 - ב. יצירת מהלך חינוכי תומך..... 8
 - ג. הצעת תכנית שנתית ליישום הפרויקט בבית הספר..... 11
 - ד. הטמעת מערכת ניהול האנרגיה בבית הספר..... 13
 - ה. מימוש פוטנציאל ההתייעלות בבית הספר..... 15
 - ו. בקרה ומעקב עצמי - כיצד לזהות מגמות שיפור?..... 16

חלק ב': תכנית לימודים מוצעת..... 17

- מבוא..... 18
- מערך שיעור 1: רקע סביבתי לתכנית..... 21
- מערך שיעור 2: התייעלות אנרגטית דרך משימת-חקר..... 23
- מערך שיעור 3: הצגת צרכני האנרגיה בבית הספר..... 29
- מערך שיעור 4: סקר אנרגיה בבית הספר..... 30
- מערך שיעור 5: מבוא למדידת חשמל וצריכת חשמל של מכשירים שונים..... 34
- מערך שיעור 6: מערכת ניהול אנרגיה חכם: דוחות והתרעות..... 35
- מערך שיעור 7: יציאה לקמפיין..... 37



חלק א' מדריך



1. מטרת התכנית

חינוך להתייעלות אנרגטית, לחיסכון באנרגיה ולניהול משאבים מושכל, באמצעות מערכות "ניהול אנרגיה חכם", המבוססות על טכנולוגיות מידע מתקדמות.

התייעלות אנרגטית מתייחסת לשלל פעולות, שמטרתן להביא לידי חיסכון באנרגיה ולצמצום השפעות שליליות (הפחתה בפליטות גזי חממה ובמזהמים) הנלוות לשימוש באנרגיה, מבלי לפגוע בנוחות המשתמש.

לפרויקט 3 היבטים מרכזיים:

א. היבט חינוכי: הפרויקט מובל על ידי קבוצות מנהיגות בבית הספר, העושות שימוש במערכת ניהול האנרגיה. המערכת מאפשרת לעקוב אחר צריכת החשמל בבית הספר בכל שעות היממה, לזהות צריכה חריגה מעבר לשעות הפעילות, לנתח את היעילות של מכשירי החשמל ולהוביל מהלכי התייעלות. באמצעות המערכת, התלמידים לומדים לנהל את משאב האנרגיה בבית הספר בפרט, ולנהל משאבים בכלל (מים, תקציב וכדומה).

כמו כן, שימוש במערכת ניהול האנרגיה בליווי הסביבה הלימודית "אנרגיה בראש אחר", מאפשר ללמוד באופן חווייתי על התייעלות אנרגטית, חיסכון באנרגיה ואנרגיות מתחדשות. התכנית נכתבה ביוזמה ובמימון משרד האנרגיה ובשיתוף משרד החינוך, ומטרתה העיקרית היא הרחבת בסיסי הידע של התלמידים בתחומי המדע, הטכנולוגיה והקיימות, למידת חשיבותה של ההתייעלות האנרגטית והשימוש המושכל באנרגיה.

ב. היבט סביבתי: ייצור אנרגיה בכלל, וייצור חשמל ממקורות פוסיליים (כגון נפט וגז) בפרט, מהווים את המקור המשמעותי ביותר לפליטה של פחמן דו חמצני, המהווה את גז החממה העיקרי. מעל 60% מפליטות גזי החממה מקורן בייצור חשמל.

על מנת לטפל בסוגיה, התכנסה בפריז בסוף שנת 2015 ועידת האומות המאוחדות לשינוי אקלים, שגיבשה הסכם אקלים עולמי-תקדימי לצמצום פליטת גזי חממה. בוועידה השתתפו כ-40,000 נציגים מרחבי העולם, ביניהם גם משלחת ישראל. במסגרת השתתפותה בוועדה, התחייבה מדינת ישראל לצמצם ב-17% את צריכת החשמל עד שנת 2030, ביחס להיקף הצריכה הצפוי באותה שנה.

ג. היבט כלכלי: חיסכון בחשמל בבתי ספר, בעיקר בעקבות המעבר של בתי הספר לניהול עצמי, "ישחרר" משאבים מהתפעול השוטף לטובת צרכים חינוכיים.

2. יעדי התכנית

ניהול חשמל חכם ויעיל יותר בבית הספר:

- א. לייעל ולהפחית את צריכת החשמל של בית הספר*.
- ב. לשפר את היכולת של בית הספר לזהות ולטפל במוקדי "בזבוז חשמל", הנובעים מבעיות תשתית או מדפוסי התנהגות.
- ג. לייצר מעורבות ישירה של התלמידים בניהול מושכל של משאב החשמל בבית הספר.
- ד. לייצר מודעות ונורמות להתנהלות חסכונית בחשמל בבית הספר.
- ה. להרחיב ולהעשיר את הידע של התלמידים בנושאים של התייעלות אנרגטית, חיסכון באנרגיה ואנרגיות מתחדשות.
- ו. לייצר מעורבות ישירה של המורים וצוות בית הספר ולהרחיב את המעגל למשק הבית והקהילה (באמצעות מפגש עם ההורים, הרצאה, מעורבות ביום השיא וכדומה).

* ניסיון עם תכניות דומות בבתי הספר מראה שמערכות ניהול אנרגיה מסייעות לצמצם את צריכת החשמל בכ-10-20% ביחס לצריכת הבסיס.

3. שיטה

מטרת פרק זה היא להנגיש לך, מנהל בית הספר, את הדרך הנוחה ביותר להשתמש במערכת ניהול אנרגיה, על מנת לחסוך בחשמל ולהטמיע תהליך חינוכי-התנהגותי בבית הספר.

א. זיהוי השותפים הרלוונטיים לתהליך

1. בתוך בית הספר

צוות מוביל - מנהל בית הספר, מורה מוביל, קבוצת תלמידים מובילה, רכז מדעים, רכז מנהיגות ירוקה, אב הבית.

2. מחוץ לבית הספר

- כל אחד מהמשתמשים המפורטים מטה עושה שימוש בתשתית בית הספר, ועל כן ניתן לגייסו לטובת הפרויקט. יתר על כן, הרחבה זו מאפשרת פנייה וחשיפה לקהלים ומעגלים רחבים יותר.
- צהרונים וחוגים - חולקים אחריות עם בית הספר על צריכת החשמל (אך לא תמיד חולקים בהוצאות). הם אחראים במידה רבה על השארת מכשירים צורכי חשמל דולקים בסוף היום. לכן, חשוב מאוד לגייסם כשותפים פעילים בפרויקט.
- קבלני ניקיון - בדרך כלל מבצעים את עבודתם לאחר שעות פעילות בית הספר והצהרונים. לכן, חשיבותם בפרויקט גבוהה (תאורה או מיזוג שלא כבה בתום הניקיון).
- עירייה (מחלקת חינוך, חשמל, איכות סביבה) - במקרים רבים, העירייה אחראית על תחזוקת המבנה (בדגש על תשתית החשמל) ועל הקצאת בית הספר לשימושים שונים בשעות אחר הצהריים. כמו כן, העירייה מחזיקה מוקד עירוני שיכול לסייע בטיפול בהתרעות של המערכת על צריכה מעבר לשעות הפעילות. לכן, מעורבות בעלי התפקידים בעירייה חשובה להצלחת הפרויקט.
- משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים - המשרד מספק מידע מקצועי, הדרכה ועזרי הוראה בנושא התייעלות אנרגטית, אנרגיות מתחדשות וכדומה. למידע נוסף, היכנסו לאתר המשרד.



ב. יצירת מהלך חינוכי תומך

בחלק זה, נבחן כיצד ניתן לייצר מהלך חינוכי שישקף את מטרות התכנית ויעדיה. הכלים הניתנים בפרק זה, הם בגדר המלצה ומתוך ניסיון והיכרות עם הפעלת תכניות דומות בבתי ספר בישראל.

בנוסף, אנו ממליצים להיעזר בחומרים של הסביבה הלימודית "אנרגיה בראש אחר" לכיתות א'-ט' כחומרי רקע מעשירים לכל מערכי השיעור להלן. החומרים נמצאים באתר התכנית. כמו כן ניתן להשתמש במילון המונחים באתר התכנית.

בתתי-הסעיפים שלהלן נציג את תהליך הגיוס של קבוצת המנהיגות, המורה המוביל/ה, שכבת גיל מומלצת ומסגרת הזמן לתכנית. כמו כן, נציע תכנית לימודים הכוללת מערכי שיעור.

1. בחירת מורה מלווה וקבוצת מנהיגות

מטרת תהליך זה היא גיבוש קבוצה ייעודית בבית הספר שתטמיע את המערכת לניהול אנרגיה ואת התהליך החינוכי לחיסכון בחשמל, בקרב שאר המשתמשים.

גודל קבוצה מומלץ: 15-20 תלמידים.

שכבת גיל מומלצת:

הקווים המנחים לבחירת שכבה: יצירת המשכיות בבית הספר - תלמידים שיוכלו להוביל את התהליך מעבר לשנה אחת, ולחנוך בכל שנה תלמידים חדשים. התכנית החינוכית המצורפת מתאימה בעיקר לבתי ספר יסודיים ולחטיבות הביניים, כאשר בחטיבות העליונות, ייתכן ותידרש התאמה של התכנים לרמת התלמידים.

- בבית ספר יסודי: שכבות ד'-ו'
- בחטיבת הביניים: שכבות ז'-ח'
- בחטיבה העליונה¹: שכבת י'

1 בחטיבה העליונה ניתן להגדיר את הפעילות כמוכרת לצורך "מחויבות אישית"

גיבוש הקבוצה יכול להתבצע בשיטה הבאה: חשיפת התכנית לכלל תלמידי השכבה ← הגשת מועמדות על ידי התלמידים ← בחירת התלמידים המתאימים לתכנית.

את הקבוצה ינחה מורה מוביל. המורה המוביל עשוי להיות רכז מנהיגות ירוקה, רכז מדעים או כל מקצוע אחר, בעל מוטיבציה ומחויבות להטמיע מהלך חינוכי בבית הספר, לשנות הרגלים ולהשפיע על שאר המשתמשים.

מסגרת זמן: לפחות שעת לימודים אחת בשבוע.

- יש להביא בחשבון כי המורה יצטרך להקדיש זמן נוסף ללמידת מערכי השיעור, התנסות במערכת, ניהול הקמפיין מול בית הספר וכדומה.
- יש להציג את התכנית לצוות ניהול בית ספרי: מנהל, סגן מנהל, אב הבית, מורה מוביל של הפרויקט, מורה מוביל למנהיגות ירוקה (אם יש), נציגים של מסגרות אחר הצהריים המשתמשות בבניין בית הספר, רכזת חברתית ועוד. ניתן להיעזר בקבוצה המובילה.
- יש לתאם חשיפה של הפרויקט לצוות בית הספר (בישיבות הצוות בתחילת השנה). ניתן להיעזר בקבוצה המובילה.

2. תכנית לימודים מוצעת

בפרק זה נציג את תכנית הלימודים המוצעת ליישום בבתי הספר.

התכנית כוללת מפגשי הכשרה שיעסקו בנושאים הבאים:

• **למה?** הרקע הסביבתי לתכנית

• **מה?** הפחתת צריכת אנרגיה בבית ובבית הספר

• **איך?** שימוש במערכת לניהול אנרגיה והשקה של קמפיין בית ספרי

כל מערכי השיעור נמצאים בחוברת זו בחלק ב'. למערכי שיעור מסוימים מצורפת מצגת.

כפי שציינו, התכנית החינוכית המצורפת מתאימה בעיקר לבתי ספר יסודיים ולחטיבות ביניים, כאשר בחטיבות העליונות ייתכן ותידרש התאמה של התכנים לרמת התלמידים.

להלן סדר השיעורים ועיקר תוכנם:

תוכן השיעור	נושא השיעור	מספר שיעור	
התלמידים יכירו את הרקע הסביבתי לתכנית, שינויי האקלים וההשלכות הסביבתיות של ייצור החשמל.	ויהי אור - מבוא לתחום	1	למה? הרקע הסביבתי לתכנית
באמצעות משימת-חקר, התלמידים יכירו את הדרכים להפחתת גזי החממה בכלל, ולצמצום צריכת החשמל בבית הספר ובבית הפרט.	כיצד ניתן להפחית גזי חממה	2	מה? הפחתת צריכת אנרגיה בבית ובבית הספר
באמצעות משימת-חקר, התלמידים יעמיקו את ההיכרות שלהם עם צרכני החשמל השונים בבית הספר ובבית וידעו כיצד ניתן לייעל את פעולתם.	הכרת צרכני החשמל בבית הספר ובבית	3	
התלמידים יחולקו לקבוצות על פי מספר המתחמים בבית הספר, יכירו את המשתמשים, צרכני האנרגיה ושעות הפעילות של המתחם שלהם וידעו למפות מוקדי "בזבז חשמל".	ביצוע סקר אנרגיה בבית הספר	4	
התלמידים ילמדו מהן יחידות ההספק החשמלי, יכירו את הנוסחאות לחישוב צריכת החשמל של מכשירי חשמל שונים והמרתן לפליטות גזי חממה.	מבוא למדידת חשמל וצריכת חשמל של מכשירים שונים	5	איך? שימוש במערכת לניהול אנרגיה והשקה של קמפיין בית ספרי
שיעור זה יסקור את השימוש בכלים השונים של מערכת החשמל בבית הספר, לצורך ניהול חשמל חכם: הפקת דוחות והתרעות על צריכה חריגה.	הכרת מערכת ניהול האנרגיה	6	
התלמידים יתכננו קמפיין בית ספרי על מנת להוביל למודעות ולשינוי התנהגות בית ספרי, בכל הנוגע לצריכת החשמל.	קמפיין בית ספרי	7	

ג. הצעת תכנית שנתית ליישום הפרויקט בבית הספר

התייעלות אנרגטית היא תהליך המשכי. במטרה ליצור מחויבות ועקביות בתהליך בבית הספר, על התכנית המוצעת להיות מעגלית - יש להציב מטרה, לבנות תכנית ולבצעה. תוך כדי התהליך, יש למדוד הצלחה, להציב יעד חדש וכדומה. בשנה העוקבת, יש לגייס תלמידים חדשים (בעיקר כאשר תלמידי השכבה הבוגרת מסיימים לימודים) ולהתחיל את התהליך שוב.



פירוט	אבן דרך	חודשים	
	התקנת המערכות בבית הספר	ספטמבר	1
	גיוס קבוצת תלמידים מובילה	אוקטובר	2
נושאי המפגשים: הרקע הסביבתי לתכנית (התחממות גלובלית והפחתת גזי חממה), צריכת חשמל וחיסכון בחשמל בבית ובבית הספר, היכרות עם המערכת לניהול אנרגיה בבית הספר.	מפגשי הכשרה לקבוצת המנהיגות - מרכיב מרכזי בתכנית	נובמבר-ינואר	3
גיבוש נהלים ומנגנוני בקרה ומעקב. הכנת תכנית הדרכה בכיתות ובחדר מורים. קמפיין בית ספרי להפחתת צריכת חשמל. פיתוח כלי עזר כיתתיים (שילוט, מד חשמל כיתתי וכדומה).	גיבוש תכנית בית ספרית להתייעלות	ינואר-פברואר	4
בהובלת קבוצת המנהיגות. שימוש במערכת למעקב ומשוב מידי על ההתקדמות בפרויקט בעזרת מערכת ניהול האנרגיה.	ביצוע התכנית הבית ספרית להתייעלות אנרגטית	מרץ-מאי	5
סיכום נתוני צריכת החשמל במהלך השנה. הערכת אמצע של תכנית ההתייעלות האנרגטית הבית ספרית. זיהוי שדרוג נדרש בתשתית בית הספר, בעלות נמוכה ובהחזר השקעה מהיר - לטיפול במהלך שיפוצי הקיץ.	ביצוע סקר משלים על ידי קבוצת המנהיגות	מאי	6
הערכה תקופתית של התכנית וגיבוש מסקנות לקראת השנה הבאה: גיוס תלמידים חדשים במקום שכבת הבוגרים שסיימה את בית הספר וכדומה.	הערכת אמצע והערכות להמשכיות התכנית שנה הבאה	יוני-יולי	7
שדרוג תשתיות להפחתת צריכת חשמל בבית הספר במסגרת שיפוצי קיץ.	שדרוג תשתיות	יולי-אוגוסט	8

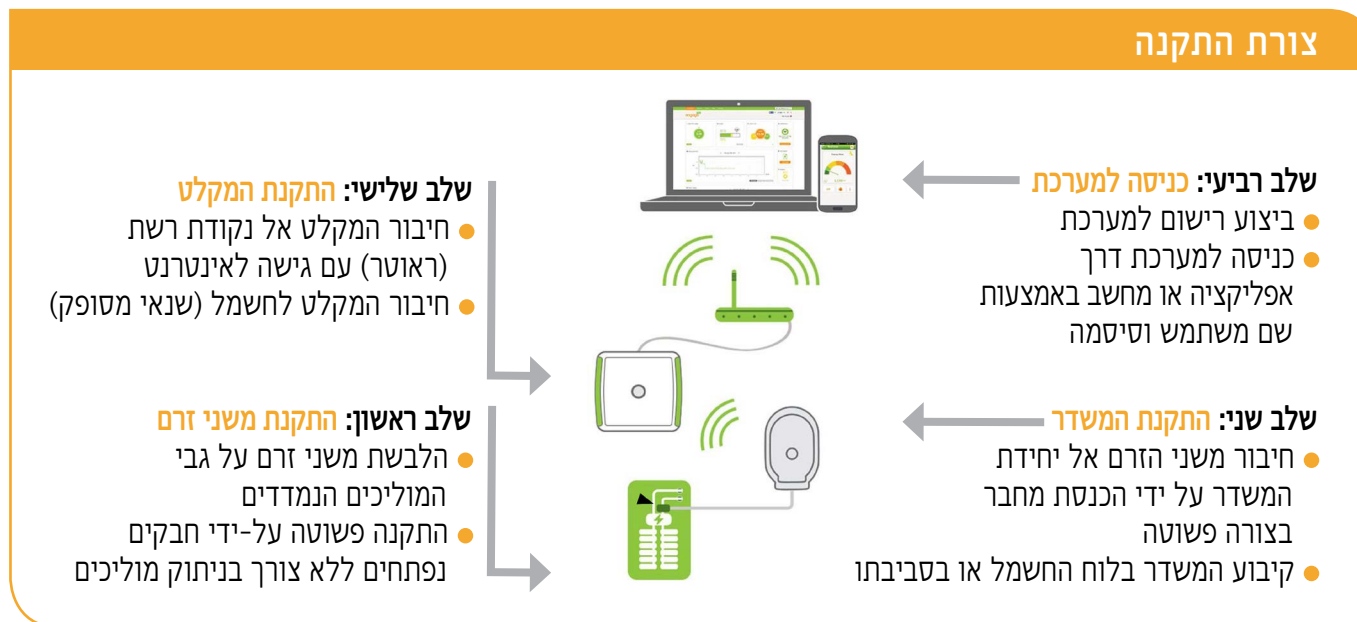
ד. הטמעת מערכת ניהול האנרגיה בבית הספר

- מערכת ניהול אנרגיה מבוססת על עיקרון פשוט: "מה שלא יודעים אי אפשר לנהל". המערכת מספקת מידע על צריכת החשמל המאפשר למשתמש:
- להכיר את דפוסי צריכת החשמל ולזהות את פוטנציאל ההתייעלות;
 - לבצע מעקב ולטפל בבזבז חשמל בזמן אמת.

בפרק זה נערוך היכרות עם:

1. רכישה והתקנה של מערכות ניהול אנרגיה

עבור בתי ספר שמתקינים באופן עצמאי מערכות לניהול אנרגיה - מומלץ להיעזר בנספח הטכני שבמדריך זה (חלק ג').
תרשים מס' 1 מדגים את אופן ההתקנה והפעולה של מערכת ניהול אנרגיה:²



2. שימוש במערכות ניהול אנרגיה - הכרת ממשק משתמש

בפרק זה נציג מספר ממשקים נבחרים של מערכות ניהול אנרגיה בשימוש בישראל. ממשקי המשתמש משתנים מספק אחד למשנהו. מדריך זה יציג את הממשקים העיקריים, אשר מסייעים להטמיע הן את המהלך החינוכי והן את המהלך התפעולי של החיסכון בצריכת החשמל.

מדריך זה מתמקד ב-3 ממשקי משתמש עיקריים שמתוארים בהמשך החוברת.

א. מסך תצוגה וניתוח מגמות (Dashboard) (עמוד 44-46 בחוברת)

מציג את צריכת החשמל בזמן אמת, מציג את מגמת השיפור ביחס ליעדים שנקבעו ומאפשר השוואה בין משתמשים ויצירת אלמנט תחרותי. את המסך מומלץ להציג על גבי מסך מחשב או טלוויזיה במקום בולט בבית הספר.

ב. דוחות לדוא"ל (עמוד 46-50 בחוברת)

מציגים מידע על צריכת החשמל בפרק זמן נתון (למשל, דוח שבועי) המאפשר לזהות מגמות ואירועים חריגים - צריכת חשמל מעבר לשעות הפעילות, צריכת חשמל מוגזמת באזור מסוים בבית הספר וכדומה.

ג. התרעות בזמן אמת (עמוד 51-52 בחוברת)

התרעות אלו נשלחות לדוא"ל או לטלפון (מסרון) ומאפשרות לזהות ולטפל בזמן אמת בצריכת חשמל חריגה, למשל כאשר שוכחים צרכן חשמל (אורות, מזגנים וכדומה) אחרי שעות הפעילות.

ה. מימוש פוטנציאל ההתייעלות בבית הספר

התייעלות מושגת בשני ערוצים מרכזיים: שינוי התנהגות ושדרוג התשתית. שילוב המרכיבים עשוי להוביל לחיסכון של בין 15%-25% בצריכת החשמל הבית ספרית. לבית ספר ממוצע, שצריכת החשמל שלו היא 120,000 ש"ח בשנה, מדובר בחיסכון של כ-18,000-30,000 ש"ח בשנה. לרוב, ניתן להשיג חיסכון זה בהחזר השקעה של 1-3 שנים.

1. שינוי התנהגותי (עמ' 54-58 בחוברת)

הצעד הראשון הוא יצירת נורמות ותרבות ארגונית שבה כולם שותפים למהלך ההתייעלות במשאבי בית הספר. כיבוי אורות, מזגנים ומחשבים בסוף הפעילות, תפעול יעיל של המזגנים (טמפרטורה מתאימה, סגירת דלתות וחלונות) והקפדה על עקרונות הפעלה נכונים של מכשירי החשמל - **כל אלה יכולים להביא לחיסכון של כ-15%-5% בצריכת החשמל**, ללא כל השקעה כספית!

2. חיסכון בחשמל באמצעות שדרוג התשתית (עמ' 59-61 בחוברת)

שדרוג התשתית יכול לחסוך לבית הספר בין 10%-30% בצריכת החשמל והוא כולל:

- א. פעולות פשוטות יחסית בעלות נמוכה והחזר השקעה מהיר שמומלץ ליישם בטווח הקצר.
- ב. פעולות מתקדמות שמומלץ ליישם בטווח הארוך, בעת שיפוץ או במועד החלפת מכשירי חשמל.



1. בקרה ומעקב עצמי - כיצד לזהות מגמות שיפור?

אז איך נדע שהצלחנו להתייעל?

מערכת ניהול האנרגיה מסייעת לנו לזהות מגמות שיפור במספר דרכים:

1. השוואה לצריכת החשמל בשנים קודמות - ניתן להזין את צריכת החשמל מתוך חשבונות החשמל ההיסטוריים של בית הספר למערכת, כדי לקבל בכל חודש השוואה של צריכת החשמל הנוכחית ביחס לצריכת החשמל ההיסטורית (מומלץ לפחות 24 חודשים אחורה). בהנחה שבית הספר גדל/קטן במהלך השנים, יש לנרמל את צריכת החשמל ביחס למספר התלמידים או ביחס לגודל בית הספר (במ"ר).
2. מומלץ לערוך סקרים כדי לבדוק את השפעת התכנית על קהלי היעד בבית הספר (תלמידים, מורים או גורמי חוץ), כולל השפעה על מודעות, דפוסי התנהגות ועוד. ניתן לערוך מדגם מייצג (לדוגמא, לסקור כיתה מסוימת בתחילת השנה ובסופה). דוגמא לשאלות לסקר ניתן למצוא בלינק הבא: <http://goo.gl/forms/RpABXDEtON> (נא לא לעשות שימוש בלינק עצמו).



חלק ב' תכנית לימודים מוצעת



מבוא

בפרק זה נציג את תכנית הלימודים המוצעת ליישום בבתי הספר. התכנית כוללת מפגשי הכשרה שיעסקו בנושאים הבאים:

- **למה? הרקע הסביבתי לתכנית**
 - **מה? הפחתת צריכת אנרגיה בבית ובבית הספר**
 - **איך? שימוש במערכת לניהול אנרגיה והשקה של קמפיין בית ספרי**
- התכנית החינוכית המצורפת מתאימה בעיקר לבתי ספר יסודיים ולחטיבות הביניים. בחטיבות העליונות ייתכן ותידרש התאמה של התכנים לרמת התלמידים.

להלן סדר השיעורים ועיקר תכנם:

למה? הרקע הסביבתי לתכנית

שיעור 1: ויהי אור - מבוא לתחום

בשיעור זה התלמידים יכירו את הרקע הסביבתי לתכנית ויפתחו תחושת שייכות וגאווה. התלמידים יכירו את ההשלכות הסביבתיות של ייצור חשמל ממקורות פוסיליים כגון: זיהום אוויר, התכלות משאבים והתחממות גלובלית, בדגש על השפעות מקומיות בישראל.

מטרת השיעור היא ליצור מחויבות פנימית בקרב התלמידים ליטול חלק בפרויקט ולהשפיע.

חומרי רקע לשיעור זה:

עבור בתי ספר יסודיים, ניתן להשתמש ב"אנרגיה בראש אחר" כיתה ג' שער ראשון.

עבור חטיבות הביניים, ניתן להשתמש ב"אנרגיה בראש אחר" כיתה ט' שער ראשון.

מה? הפחתת צריכת אנרגיה בבית ובבית הספר

שיעור 2: הפחתת גזי חממה והתייעלות אנרגטית

בשיעור זה התלמידים יכירו את הדרכים להפחתת גזי החממה בכלל, ולצמצום צריכת החשמל בבית הספר ובבית הפרט. התלמידים מתחלקים לקבוצות וכל קבוצה מקבלת משימת-חקר בנושא צרכן חשמל אחר - מזגן, תאורה, מקררים, מקרנים, מכשירים במצב "המתנה" כגון מחשבים ומתקני מים (קולרים, מתקני שתייה חמה/קרה ועוד). כמו כן, התלמידים ילמדו על חשיבות הבידוד וההצללה ככלי לחיסכון בחשמל. משימת-חקר מאפשרת לתלמידים להכיר את צרכני החשמל בבית הספר ובבית, וללמוד כיצד ניתן להשתמש בהם ביעילות (ראה נספח לשיעור 2, עמוד 25). כחומרי רקע לשיעור זה, עבור בתי ספר יסודיים, ניתן להשתמש בחומרים מתוך "אנרגיה בראש אחר", כיתה ג', שער שני ושער שלישי, ועבור חטיבות הביניים בחומרים מתוך "אנרגיה בראש אחר", כיתה ט', שער שני.

שיעור 3: הכרת צרכני החשמל בבית הספר ובבית

באמצעות משימת החקר שקיבלו בשיעור השני, התלמידים יעמיקו את ההיכרות שלהם עם צרכני החשמל השונים בבית הספר ובבית - כיצד הם עובדים וכיצד ניתן לייעל את פעולתם. התלמידים יציגו בכיתה את משימת החקר שקיבלו.

שיעור 4: ביצוע "סקר אנרגיה" בבית הספר

בשיעור זה התלמידים יבינו את חשיבות סקר האנרגיה בבית הספר:

- הכרת ה"מתחם שלי": המשתמשים, צרכני אנרגיה (ציוד), שעות הפעילות וכדומה.
- מיפוי מוקדי "בזבוז חשמל" (לזהות פוטנציאל התייעלות) במתחם שלי.

התלמידים יחולקו לקבוצות לפי מספר המתחמים בבית הספר (בהתאם לחלוקת המתחמים של מערכת ניהול האנרגיה, המותקנת בבית הספר).

כל קבוצה "מאמצת" מתחם בבית הספר אותו היא בודקת וחוקרת. ראה נספח לשיעור 4, עמוד 31.

איך? שימוש במערכת לניהול אנרגיה והשקה של קמפיין בית ספרי

שיעור 5: מבוא למדידת חשמל וצריכת חשמל של מכשירים שונים

בשיעור זה התלמידים ילמדו מהן יחידות ההספק החשמלי - ואט וקילוואט. התלמידים יכירו את הנוסחאות לחישוב צריכת החשמל (של מכשירי חשמל שונים) ואת נוסחת ההמרה לגזי חממה. כמו כן, התלמידים ייחשפו למערכת שהותקנה בבית הספר.

שיעור 6: הכרת מערכת ניהול האנרגיה - הפקת דוחות והתרעות

הכלים המרכזיים של מערכות ניהול אנרגיה הם דוחות, התרעות ולוח תצוגה. שיעור זה יסקור את השימוש בכלים השונים, לצורך ניהול חשמל חכם בבית הספר. הסבר מפורט על כלים אלו מובא בחלק ג'. באמצעות דוחות שבועיים, התלמידים יוכלו לבדוק בכל מתחם מה הייתה צריכת החשמל השבועית (בקוט"ש³), עלות הצריכה (בש"ח) ומסת גזי החממה שנפלטו לאטמוספירה (בק"ג) בעקבות צריכת החשמל. באמצעות מפת חום, התלמידים יוכלו להבחין האם הייתה צריכה חריגה בכל אחד מהמתחמים, מעבר לשעות הפעילות של בית הספר.

בנוסף, כל קבוצה תשווה את נתוני הדוח השבועי במתחם עליו היא אחראית, ביחס לתוצאות הסקר.

- אופציה למתקדמים: להוסיף מונה תעו"ז.

שיעור 7: קמפיין בית ספרי

בשיעור זה התלמידים יתכננו כיצד להוציא לפועל את מה שלמדו, כיצד לתכנן קמפיין (מסע פרסום) בית ספרי וכיצד להוביל שינוי התנהגות בית ספרי בכל הנוגע לצריכת החשמל. תכנון הקמפיין יתבצע במשך 2-3 שיעורים נוספים. השיעור יכלול:

- גיבוש קונספט (רעיון), לוגו (סמליל) וסלוגן (סיסמה).
- הדרכות/פעילות בכיתות.
- שילוט בכיתות ובמסדרונות.
- מנגנון מעקב ומשוב לכל שכבה באמצעות מערכת ניהול האנרגיה.
- חשוב לתאם פעילות כלל בית ספרית בנושא, כגון הפסקה פעילה או יום שיא.

להלן מערכי השיעור:

מערך שיעור 1: רקע סביבתי לתכנית

משך הפעילות: 45 דקות.

מושגים: שינויי אקלים, התחממות גלובלית, גזי חממה, פחמן דו חמצני, מערכת חכמה לניהול אנרגיה, התייעלות אנרגטית.
מטרות:

1. לייצר מוטיבציה פנימית בקרב התלמידים להשתתף בפרויקט, המבוססת על עניין אינטלקטואלי וחיבור ערכי ורגשי.
2. התלמידים יכירו את התכנית, המטרות, השותפים.
3. התלמידים יכירו את תופעת שינויי האקלים ואת ההשלכות הסביבתיות של ייצור חשמל ממקורות פוסיליים.

חומרי רקע:

עבור בתי ספר יסודיים, ניתן להשתמש ב"אנרגיה בראש אחר" כיתה ג' שער ראשון.
עבור חטיבות הביניים, ניתן להשתמש ב"אנרגיה בראש אחר" כיתה ט' שער ראשון.
החומרים של "אנרגיה בראש אחר" וכן המצגת נמצאים באתר אנרגיה בראש אחר.



מהלך הפעילות:

משאבים נדרשים	פירוט	תוכן	זמן
נורה חסכונית (משמשת מעין רמקול)	פעילות היכרות, גיבוש הקבוצה, חיבור לתלמידים (מה מעניין אותם, מה מחבר אותם לנושא, מדוע הצטרפו לקבוצה).	פעילות היכרות	15 דקות
כיתה עם מקרן, מסך, מחשב, תאורה מתאימה	עמודים ראשונים במצגת שיעור 1 פתיחה כללית.	מצגת שיעור 1	2 דקות
כיתה עם מקרן, מסך, מחשב, רמקולים, תאורה מתאימה, חיבור לאינטרנט	סרטון אנימציה ידידותי, ללא מילים, מציג את כדור הארץ והגורמים העיקריים לגזי החממה: https://www.youtube.com/watch?v=wa58h4IJ6Hk הערה: זמן הסרטון - כ-5 דקות, אבל ניתן לקצר.	סרטון	4:30 דקות
מצגת מספר 1, מחשב, מקרן	מצגת שיעור 1 - עיקריה: התחממות גלובלית, גזי חממה, יצור חשמל, התכנית בקצרה.	המשך מצגת שיעור 1	25 דקות
	מטלה לשיעור הבא: כל זוג תלמידים מביאים כתבה מודפסת (אפשר מהאינטרנט) על התחממות הגלובלית, בעדיפות לתופעות שמתרחשות ברחבי העולם. על המורה לאסוף את כל הכתבות ולהצמידן לקרטון בשימוש חוזר/שטיח כיתתי שניתן לרתום/קאפה או כל דבר אחר שניתן להזיזו - רצוי יום לפני השיעור השני או בתחילתו של השיעור.	סיכום	1 דקות

מערך שיעור 2: התייעלות אנרגטית דרך משימת-חקר

משך הפעילות: 45 דקות.

מושגים: מקורות אנרגיה, חיסכון באנרגיה, דירוג אנרגטי, התייעלות אנרגטית.
מטרות:

1. התלמידים יכירו את האמצעים להפחתת צריכת אנרגיה בבית ובבית הספר.
2. התלמידים יחקרו את צרכני החשמל בבית הספר ובבית וילמדו כיצד ניתן להשתמש בהם ביעילות.

חומרי רקע:

עבור בתי ספר יסודיים, ניתן להשתמש ב"אנרגיה בראש אחר" כיתה ג' שער שני ושער שלישי.
עבור חטיבות הביניים, ניתן להשתמש ב"אנרגיה בראש אחר" כיתה ט' שער שני.
החומרים של "אנרגיה בראש אחר" נמצאים באתר אנרגיה בראש אחר.



מהלך הפעילות:

משאבים נדרשים	הערות	תוכן	זמן
קרטון/שטיח כיתתי/ קאפה*	כל זוג תלמידים מציג את הכתבה שבחרו במשך 2 דקות. כל הכתבות מוצמדות לקרטון/שטיח כיתתי/קאפה שהוכנה מבעוד מועד.	הצגת משימות שיעור 1	20 דקות
לוח, טוש מחיק	כותבים בצד ימין של הלוח: פעולות שגורמות להפחתת גזי חממה (הפחתת צריכת חשמל, הפחתת הנסועה הפרטית, הפחתה בכמות האשפה). מותחים קו תחת "הפחתת צריכת חשמל". בצד שמאל של הלוח מציירים שמש. בתוך העיגול: פעולות שניתן לעשות כדי לצמצם את צריכת החשמל/דלק. מינימום הנושאים שצריך לסקור: שימוש בחשמל: • מיזוג • תאורה • מחשבים, מקרן ומערכת הגברה • חימום מים • מקרר • כביסה • נסיעות ברכב/טיסות וכדומה	מה אפשר לעשות כדי להפחית את גזי החממה?	15 דקות
כיתה עם מקרן, מסך, מחשב, רמקולים, תאורה מתאימה, חיבור לאינטרנט	https://www.youtube.com/watch?v=1-g73ty9v04	צופים באנימציה חיסכון באנרגיה	5 דקות
	כל זוג בוחר מכשיר צורך חשמל (ראה נספחים לשיעור שני), עונה על השאלות שבדף החקר ומציג את הממצאים בשיעור הבא באמצעות מצגת או בעל פה.	מטלה לשיעור הבא	5 דקות

* את התוצר הסופי (קאפה, קרטון קשיח וכדומה) עם הכתבות שהביאו התלמידים, ניתן יהיה להציג במקום מרכזי בבית הספר. אם בנמצא מסך שמציג את צריכת החשמל בבית הספר לפי מתחמים, ניתן יהיה לתלות את התוצר ליד מסך זה. בדרך זו, שאר משתמשי בית הספר יוכלו לקשר בין צריכת חשמל לבין שינויי האקלים.

נספחים לסוף שיעור 2:

חיסכון בחשמל - משימת-חקר

מטרת המשימה היא לחקור מכשיר צורך חשמל ולהבין איך לגרום לו לפעול בצורה היעילה ביותר. מתחלקים לקבוצות של 2-3 תלמידים.

כל קבוצה בוחרת מכשיר צורך חשמל וחוקרת אותו בהתאם לשאלות המנחות שבדף המשימה. כל קבוצה צריכה להציג את דף המשימה שלה בשיעור הבא, **במשך 5 דקות בלבד**. אפשר להכין מצגת או להציג בעל פה.

דף משימה 1: מזגן - איך זה עובד?

שאלות מנחות:

המזגן הוא צרכן החשמל הגדול ביותר ואחראי ל-60%-40% מצריכת החשמל בבתים ובבתי ספר. חקרו את המזגן: ממה הוא מורכב? כיצד הוא עובד?



יש להתייחס למרכיבים הבאים במזגן:

1. היחידה הפנימית (בתוך החדר), כולל **המאייד**.
2. היחידה החיצונית (בדרך כלל על הגג או על הקיר החיצוני), כולל **המדחס והמעבה**.

דף משימה 2: מזגן - איך אפשר לחסוך בחשמל?

שאלות מנחות:

1. מהי הטמפרטורה המומלצת בקיץ? ובחורף? איך הטמפרטורה משפיעה על צריכת החשמל של המזגן?
2. המזגן עובד קשה כדי לקרר או לחמם את האוויר בחדר. איך נדאג שהאוויר הקר/החם לא "יברח" החוצה?
3. במה אפשר להשתמש במקום מזגן כדי לקרר את החדר?
4. במזגן יש פילטרים שצריך לנקות מדי פעם.
 - כל כמה זמן מומלץ לנקות אותם?
 - מדוע זה חשוב?
 - כיצד הפילטר משפיע על פעולת המזגן?



דף משימה 3: תאורה חסכונית

שאלות מנחות:

1. מהי נורת ליבון? מתי היא הומצאה? מדוע היא מבזבזת חשמל?
2. מהי נורת לד? מתי היא הומצאה? מדוע היא חסכונית בחשמל?
3. מהי נורת פלואורסצנט? איזו סוגים שונים של נורות פלואורסצנט קיימים? מה הסוגים החסכוניים ביותר?
4. מהו גלאי נוכחות? איך הוא מסייע לחסוך בחשמל לתאורה?



דף משימה 4: בידוד והצללה

שאלות מנחות:

1. מאיזה כיוון מגיעה השמש בבוקר, בצהריים ואחר הצהריים? מה ההבדל בין קיץ וחורף?
2. חלונות שחשופים לקרינת שמש ישירה גורמים לחימום המבנה. מה ניתן לעשות כדי שזה לא יקרה? (דגש על הצללה חיצונית ולא הצללה פנימית).
3. הגג חשוף להרבה מאוד שמש במהלך היום ומחמם את המבנה. כיצד ניתן לצמצם את חימום הגג?
4. כיצד ניתן לצמצם את חימום קירות המבנה?
5. משימה: בנו דגם למבנה עם בידוד טוב וערכו תערוכה בכיתה (בחרו חומרי גלם, העמדה, עובי קירות וכדומה). (בכיתות ז' - תכנית הלימודים כוללת לימוד על חומרים מוליכים וחומרים מבודדים. ניתן לשלב זאת בתוכן הרלוונטי - התלמידים יבינו שיש לבנות את המבנה מחומר מבודד ולא מחומר מוליך).



התמונה באדיבות: ויליין וילונות וצלונים חיצוניים

דף משימה 5: מתקן לקירור מים (קולר)

שאלות מנחות:

1. עליכם לחקור כיצד המתקן עובד ולהציג אותו לכיתה.
2. כיצד ניתן לחסוך בחשמל בשימוש במתקנים לקירור מים?
3. מהי "צריכת רפאים" וכיצד ניתן למנוע אותה?

דף משימה 6: מקרר

שאלות מנחות:

1. עליכם לחקור כיצד עובד המקרר ולהציג בכיתה.
2. כיצד ניתן להשתמש במקרר בצורה חסכונית?

דף משימה 7: טלוויזיה, מחשב ואביזרים נלווים (מקרן, רמקולים, ממיר, DVD ועוד)

שאלות מנחות:

1. כיצד ניתן לחסוך בחשמל בטלוויזיה, מחשב ובאביזרים נלווים (מקרן, רמקולים, ממיר, DVD וכדומה)?
2. מהי "צריכת רפאים" ואיך אפשר למנוע אותה?



מערך שיעור 3: הצגת צרכני האנרגיה בבית הספר

משך הפעילות: 45 דקות

מושגים: התייעלות אנרגטית, צריכת רפאים, נורת לד/ליבון /פלווארסצנט, בידוד, גלאי נוכחות
מטרות:

1. התלמידים יציגו בפני הכיתה את התוצרים אותם למדו במשימת החקר.
2. התלמידים ילמדו, באמצעות חבריהם לכיתה, כיצד עובדים מכשירים צורכי חשמל וכיצד ניתן לייעל את העבודה שלהם.
3. התלמידים יתנסו בהצגה מול קהל כהכנה לקמפיין הבית ספרי.

מהלך הפעילות:

משאבים נדרשים	הערות	תוכן	זמן
	על כל התלמידים להכין מבעוד מועד את המצגת (במידה ויש) על המחשב.	הכנה לקראת השיעור	
מחשב, מקרן, חיבור לאינטרנט (לצורך שליחת המצגת בדוא"ל).	כל קבוצה מציגה במשך 6 דקות את משימת החקר שלה. הצעת ייעול: סדר הצגת המשימות בכיתה יהיה לפי סדר המשימות בנספחים.	הצגת משימות החקר	6 דקות x 7 קבוצות
	סיכום השיעור.	סיכום	3 דקות
	חלוקת התלמידים למספר קבוצות בהתאם למספר המתחמים בבית הספר (על פי מערכת ניהול האנרגיה בבית הספר).	מטלה למורה המובילה לשיעור הבא	



מערך שיעור 4: סקר אנרגיה בבית הספר

משך הפעילות: 45 דקות. התלמידים משלימים בהמשך השבוע את מה שלא הספיקו.

מושגים: סקר אנרגיה, צרכני חשמל (מכשירים צורכי חשמל), מתחמים בבית הספר, שעות פעילות, מיפוי מוקדי "בזבוז חשמל".

מטרות:

1. התלמידים יכירו את המתחמים בבית הספר, על פי חלוקתם במערכת האנרגיה המותקנת בבית הספר.
2. התלמידים יחקרו במתחם שבאחריותם את צרכני החשמל, המשתמשים השונים ושעות הפעילות של המתחם.
3. התלמידים ידעו לזהות מוקדי "בזבוז חשמל" במתחם.

מהלך הפעילות:

משאבים נדרשים	הערות	תוכן	זמן
הדפסת נספח "סקר אנרגיה בבית הספר" לפי כמות הקבוצות. כל קבוצה מקבלת סקר אחד	המורה מסבירה את חשיבות הסקר, השאלות ודרך מילוי התשובות. כל קבוצה מקבלת "בעלות" על מתחם אחד, לומדת אותו היטב ואחראית עליו לאורך כל השנה.	מבוא לסקר אנרגיה בבית הספר	5 דקות
	המורה מחלקת את התלמידים לקבוצות על פי המתחמים הקיימים במערכת ניהול האנרגיה.	חלוקה לקבוצות	5 דקות
	כל קבוצה מגיעה למתחם עליו היא אחראית וממלאה את הסקר לפי הנספח המצורף. מה שלא מספיקים - משלימים במהלך השבוע.	סקר לפי מתחמים	35 דקות
	על התלמידים להגיש את הסקר המלא למורה עד השיעור הבא. על המורה לאגוד את כל הסקרים בקלסר ולקבוע מיקום שבו הקלסר יהיה נגיש לקבוצה המובילה.	מטלה למורה לשיעור הבא	

נספח לשיעור 4: סקר אנרגיה בבית הספר

מטרות הסקר:

להכיר את ה"מתחם שלי": המשתמשים, צרכני החשמל (ציוד), שעות הפעילות וכדומה.
למפות מוקדי "בזבוז חשמל" (לזהות פוטנציאל התייעלות) במתחם שלי.

שם המתחם: _____

שמות התלמידים: _____, _____, _____

1. פירוט תשתית החשמל בחדרים ובכיתות:

מוצרי חשמל נוספים	מחשב, מקרן, רמקולים	מזגן			תאורה	שם החלל (כיתה, חדר, מחסן, מסדרון, אולם וכדומה)
		נא לפרט מה הציוד הקיים	דירוג אנרגטי/ הספק	מזגן בודד או מרכזי		
						1
						2
						3
						4
						5
						...

2. לוח צריכה שבועי לאגף

- יש לסמן ✓ אם מתקיימת פעילות באותה שעה.
- יש לסמן x אם לא מתקיימת פעילות כלל.

1	ה	ד	ג	ב	א	יום
						שעה
						07:00-08:00
						08:00-09:00
						09:00-10:00
						10:00-11:00
						11:00-12:00
						12:00-13:00
						13:00-14:00
						14:00-15:00
						15:00-16:00
						16:00-17:00
						17:00-18:00
						18:00-19:00
						19:00-20:00
						20:00-21:00
						21:00-22:00
						22:00-23:00
						23:00-24:00



3. תצפית במתחם בסוף יום הלימודים

ערכו תצפית במתחם שלכם בסוף יום הלימודים, כדי ללמוד האם מקפידים לכבות אורות, מזגנים, מחשבים או כל ציוד חשמלי אחר. מלאו את תוצאות התצפית בטבלה:

שם החלל (כיתה, חדר, מחסן, מסדרון, אולם וכדומה)	תאריך הבדיקה	שעת הבדיקה	מה שכחו לכבות (אורות, מזגנים, מחשב-מקרן-רמקולים או כל מכשיר אחר)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			



מערך שיעור 5: מבוא למדידת חשמל וצריכת חשמל של מכשירים שונים

משך הפעילות: 45 דקות

מושגים: הספק חשמלי, ואט, קילוואט, קוט"ש, המרה של קוט"ש לגזי חממה (בק"ג) **מטרות:**

1. התלמידים יכירו יחידות לקצב צריכת החשמל (הספק): ואט וקילוואט.
2. התלמידים יכירו את הנוסחה לחישוב צריכת החשמל של מכשירי חשמל שונים.
3. התלמידים ידעו לתרגם את צריכת החשמל לפליטות גזי חממה.
4. התלמידים יכירו את מערכת הניטור המותקנת במערכת החשמל בבית הספר.
5. התלמידים יכירו את לוח המחוונים.

חומר רקע: המצגת באתר אנרגיה בראש אחר.

מהלך הפעילות:

משאבים נדרשים	פירוט	תוכן	זמן
	חזרה על מה שעשו בסקר. האם היו קבוצות שגילו חריגות במתחמים אותם בדקו (בדיקה מדגמית)? מבוא לשיעור: כדי שנדע לזהות כשלים במתחם עליו אנו אחראים, עלינו להבין כיצד מודדים חשמל.	מבוא לשיעור	10 דקות
מקרן, מחשב	ראה מצגת שיעור 5: הספק, צריכת חשמל, יחס המרה לגזי חממה, הכרת מסך התצוגה (Dashboard) הבית ספרי ⁴	מצגת	25 דקות
דף ועט. אולי מחשבון	חישובי הספקים/צריכת חשמל שנתית. בדיקת חיטון שנתי מצטבר במעבר למוצרי חשמל יעילים יותר.	תרגיל	10 דקות

4 מסך תצוגה (Dashboards) - רלוונטי למערכות ניטור אנרגיה בעלות ממשק של מסך תצוגה

מערך שיעור 6: מערכת ניהול אנרגיה חכם: דוחות והתרעות

משך הפעילות: 45 דקות

מושגים: מערכת ניהול אנרגיה חכם, דוח שבועי, התרעות
מטרות:

1. התלמידים יכירו את הדוח השבועי של צריכת האנרגיה בבית הספר.
 2. התלמידים ידעו לנתח את הדוח השבועי ולזהות את צריכת החשמל השבועית (בקוט"ש) בכל מתחם, את העלות (בש"ח) ואת פליטות גזי חממה (בק"ג).
 3. התלמידים ידעו לזהות חריגות בצריכת החשמל בבית הספר.
- מהלך הפעילות:

משאבים נדרשים	הערות	תוכן	זמן
מחשב, מקרן, אינטרנט	חזרה קצרה על לוח התצוגה ומרכיביו	חזרה	5 דקות
מחשב, מקרן, אינטרנט	הצגת הדוח השבועי ומרכיביו • אופציה למתקדמים: מונה תעו"ז	הדוח השבועי	10 דקות
כיתת מחשבים. כל קבוצה יושבת ליד מחשב. יש לדאוג לשתול את הדוח בכונן המשותף של בית הספר. יש להדפיס את המשימה הקבוצתית (נספח לשיעור 6) עבור כל קבוצה.	התלמידים מתחלקים לקבוצות בהתאם למתחמים בבית הספר. כל קבוצה מנתחת כיצד "התנהג" המתחם עליו היא אחראית בשבוע שחלף. כמו כן, כל קבוצה משווה את הנתונים בדוח השבועי במתחם שלה, ביחס לתוצאות הסקר (שיעור 4).	משימה קבוצתית: ניתוח הדוח השבועי	25 דקות
	שואלים כל קבוצה שאלה אחת (מתוך הנספח לשיעור 6) על המתחם שלה.	סיכום	5 דקות

נספח לשיעור 6: מערכת החשמל בבית ספרנו - משימה קבוצתית

שמות התלמידים: _____, _____, _____
שם המתחם: _____

ענו על השאלות הבאות:

1. ניתוח כללי

- מה הייתה הצריכה השבועית במתחם שלכם בקוט"ש? בש"ח? בגזי חממה?
- מה החלק היחסי של המתחם שלכם (ב-%) מתוך סך כל הצריכה בבית הספר?
- האם המתחם שלכם צרך בשבוע האחרון יותר או פחות מהשבוע הקודם? בכמה?

2. ניתוח "מפת חום שבועית" (במידה וקיים בדוח השבועי)

- באילו שעות בדרך כלל פותחים את המתחם שלכם? האם היו ימים חריגים השבוע?
- באילו שעות בדרך כלל סוגרים את המתחם שלכם? האם היו ימים חריגים השבוע?
- האם שכחו משהו דולק השבוע בשעות הלילה במתחם שלכם? אם כן, באיזה יום? מה שכחו לסגור לדעתכם (אורות/מחשבים/מזגנים/אחר)?
- מה המשמעות של הקוביות האדומות במתחם שלכם? כמה קוביות כאלה היו השבוע? מה זה אומר?
- למתקדמים: האם היה קשר השבוע בין הקוביות האדומות לבין נתוני מזג האוויר?
 - האם היו תופעות חריגות אחרות בשבוע האחרון? אנא ציינו מהם.



מערך שיעור 7: יציאה לקמפיין

קהל היעד של הקמפיין:

- מורים
- תלמידים
- לוגיסטיקה: אב בית, עובדי ניקיון, מזכירות, ספרנית
- מסגרות אחר הצהריים (צהרונים, חוגים, מתנ"סים, ספריות וכדומה)

הכנה מקדימה:

- התלמידים יתחלקו לקבוצות. כל קבוצה תהיה אחראית על תחום מסוים:
- הכנת מצגות לקהלי היעד השונים: המצגת צריכה להיות קצרה ותמציתית, לא יותר מ-10 שקופיות (רצוי גם סרטון), ועם זאת, ממוקדת ומעבירה מסר ברור.
- העברת המצגת לכל קהלי היעד, כולל הסבר קצר על המטרה: חיסכון בחשמל!
- צוות קריאייטיב: הכנת לוגו & סלוגן
- הכנת שלטים למסדרונות בית הספר וחדר המורים (עדיף לעשות שימוש בדפים/ קרטונים בשימוש חוזר).
- הכנת סטיקרים למתגים.
- צוות הפעלה בהפסקה פעילה: משחקים, תחרויות, שירים שיתנגנו ברקע, צוות הסברה ליד המסך של צריכת החשמל בבית הספר, הכנת שולחן עם דפי צביעה בנושא חשמל וכדומה.
- פעילות לקהל היעד נוסף: מורים, מסגרות אחר הצהריים וכדומה.

מה	מתי
פגישת הכנה עם צוות המורים בבית הספר - חשיפה לקמפיין.	אוקטובר-נובמבר
בחירת "יום הכרזה" בבית הספר.	ינואר
הדרכות בכיתות - מהו הקמפיין?	ינואר-אמצע פברואר
מופעים: הפסקה פעילה, יום שיא בית ספרי.	רצוי עד תחילת אפריל

משך הפעילות: 45 דקות

מושגים: קמפיין, סלוגן (סיסמה), שינוי התנהגות

מטרות:

1. התלמידים ילמדו מושגים בסיסיים להובלת קמפיין בבית הספר: קמפיין (מסע פרסום), מטרות הקמפיין, סלוגן (סיסמה).
2. התלמידים יעלו רעיונות, כיצד להוביל בבית הספר קמפיין שנועד לשינוי התנהגות, ובסופו של דבר לירידה בצריכת החשמל.

מהלך הפעילות:

משאבים נדרשים	פירוט	תוכן	זמן
מחשב, מקרן, חיבור לאינטרנט	כיצד בוחרים סלוגן מוביל. חשיבות הסלוגן, חשיבות הנראות - ויזואליות, חשיבות הובלת קמפיין שמשנה התנהגות (קמפיין המשרד להגנת הסביבה - להגנה על פרחי הבר, קמפיין ישראל מתייבשת). רצוי להוסיף סרטון: https://www.youtube.com/watch?v=VgaNgmYkQeE	סלוגנים (סיסמאות)	10 דקות
לוח - חלק עליון, טוש	מה עשינו עד עכשיו ולאן פנינו מועדות. מציירים ציר זמן על הלוח (ראה נספח לשיעור 7, עמ' 40). מקיפים בלוח את המילה "תכנון" שעל ציר הזמן, ומציינים שכדי לתכנן יש קודם כל לבחון ולהגדיר מה אנחנו רוצים?	ציר הזמן	10 דקות
לוח - חלק תחתון, טוש	כותבים על הלוח: מי/מה/איך. (ראה נספח לשיעור 7, עמ' 41) התלמידים יעלו רעיונות לשינויים בהתנהגות אותם היו רוצים לראות בקרב התלמידים וצוות בית הספר (מה). בהמשך, מגיעים לחשיבה - מי היו רוצים שייטלו חלק בשינוי ההתנהגות (מי), ולבסוף, הדרך (איך). נערוך סקר, כדי לבחון את שינוי ההתנהגות בצריכת חשמל בבית הספר. התלמידים יבצעו את הסקר בכיתה אחת בכל שכבה - ד', ה', ו', לפני הקמפיין ולאחריו. (לקראת סוף השנה). לינק לסקר לדוגמא: http://goo.gl/forms/RpABXDEt0N (ראה נספח 2). ניתן להשתמש בשאלות הסקר כדוגמא ולבנות שאלון ב-google docs, כדי שתהיה לתלמידים גישה לתוצאות הסקר.	כיצד מובילים קמפיין בבית הספר?	15 דקות



מהלך הפעילות (המשך):

משאבים נדרשים	פירוט	תוכן	זמן
מחשב, מקרן, רמקולים	צופים בסרטון של משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים: "אל תהיה בְּזָבֵז": https://www.youtube.com/watch?v=kfhtztMf9ZI סרטונים ורעיונות נוספים לפעילות ניתן למצוא באתר "אנרגיה בראש אחר"	צפייה בסרטון: חיסכון באנרגיה	5 דקות
		סיכום השיעור	5 דקות
	המשך בניית הקמפיין עם הקבוצה המובילה במשך 2-3 שיעורים נוספים. לאחר מכן, יש לתאם הפצה של הקמפיין לכלל בית הספר: כל קבוצה מבקרת בכיתות המתחם שלה ומקיימת הסברה - מהו הפרויקט. ניתן לעשות שימוש במצגות, משחקים, סרטונים וכדומה. יש לסיים לעבור בין כל הכיתות עד אמצע פברואר. כמו כן, יש לתאם הפסקה פעילה בבית הספר (רצוי לפני פסח).	מטלה למורה	5 דקות

נספח לשיעור 7

חלק עליון של הלוח:

אין להרחיב מעבר למה שיש על הציר ומעליו. כל מה שיש מתחת לציר - בעל פה בלבד.

נספח 1 - ציר על הלוח			
מה עשינו עד עכשיו		מעטה ואילך	
למידה ומחקר	תכנון	ניטור ובקרה	יישום
	איך נוציא את הקמפיין לפועל?	משוב באמצעות: <ul style="list-style-type: none"> ● פקחים ● מערכת שלטים ● מצגות חידון ● ימי שיא הפסקה פעילה 	

חלק תחתון של הלוח:

נספח 2 - כיצד מובילים קמפיין		
איך	מה	מי
<ul style="list-style-type: none"> הסברה בכיתות מצגות סרטונים חידונים הפסקה פעילה שלטים 	<ul style="list-style-type: none"> כיבוי אורות ומזגנים כשיוצאים מהכיתה המורים יחסכו בחשמל בחדר המורים המנקות יכבו אורות בתום הניקיון סגירת חלונות בעת הדלקת מזגן כיוון המזגן לטמפרטורה יעילה בקיץ ובחורף 	<ul style="list-style-type: none"> תלמידים מורים הנהלה צהרונים חוגים אנשי תחזוקה
ניטור ובקרה		
<p>משלב</p> <p>תחרות { המערכת עצמה: דו"חות והתרעות</p> <p>פקחים</p>		



חלק ג' מערכות ניהול אנרגיה - נספח טכני



1. רכישה והתקנה של מערכות ניהול אנרגיה

לפני התקנת המערכת בבית הספר יש לשים לב למספר דגשים:

א. ממשק משתמש: המרכיב החשוב ביותר במערכת הוא ממשק המשתמש, כלומר התוכנה שמספקת את המידע עבור בית הספר. מדריך זה מכיל את ההמלצות העיקריות הנוגעות ליכולות התוכנה - הפקת דוחות, התרעות וכדומה. מומלץ לבדוק שהמערכת מספקת יכולות אלו בצורה נוחה וידידותית למשתמש.

ב. ממשק ניהול: יש לאפיין דוחות ניהול תקופתיים והשוואתיים, אשר יספקו מידע נגיש לגורמי המקצוע בתחום החשמל, ולמקבלי החלטות ברשות. הדוח נועד לספק מידע זמין לתעדוף הטיפול במוקדי "בזבוז חשמל" ולתמרץ מנהלים לשפר את התנהגות צריכת החשמל במבנים השונים.

ג. חלוקה למתחמים: למערכת סטנדרטית יש יכולת למדוד מספר מתחמים במקביל (בבית ספר ממוצע מנטרים 4-8 מתחמים). מערכת הניטור תהיה אפקטיבית יותר ככל שרזולוציית המדידה תהיה גבוהה יותר, כלומר, כל מתחם בבית הספר מנוטר בנפרד. החלוקה בין המתחמים נקבעת לפי תשתית החשמל של בית הספר - אולם ספורט, מבנים חיצוניים, חלוקה לקומות, מסדרונות וכדומה. החלוקה צריכה להתבצע בסיוע איש מקצוע (חשמלאי) שמכיר את תשתית החשמל בבית הספר.

ד. חיבור לתקשורת: יש לוודא שהמערכת מחוברת לתקשורת באחת משתי הדרכים הבאות:

1. חיבור ללוח תקשורת בית ספרי: דורש העברת קו תקשורת בין ארון החשמל ללוח התקשורת ולעתים דורש משאבים (זמן, למידה) מול ספק התקשורת, כדי לאפשר העברת נתונים. היתרון - ללא עלות נוספת.

2. חיבור למודם סלולארי: פתרון פשוט, אך כרוך בעלות נוספת (כולל עלות שנתית של החזקת ה-SIM).

יש לוודא תמיד שהמערכת אוגרת נתונים גם ללא חיבור לתקשורת, ומסוגלת לשחזר אותם במקרה של ניתוק בתקשורת!

ה. אחריות ואחזקה: יש לוודא עם הספק אחריות על הציוד ומענה במקרה של תקלות במערכת.

ו. עלויות: יש לברר עלות הכוללת ציוד, התקנה ואחזקה שנתית (לרוב עבור אחסון המידע בשרת).

ז. מפרט טכני מומלץ: במידה שמתבצע רכש מרוכז על ידי הרשות המקומית, ניתן לפנות למשרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים/משרד הפנים, לקבלת מפרט טכני מומלץ למערכת.

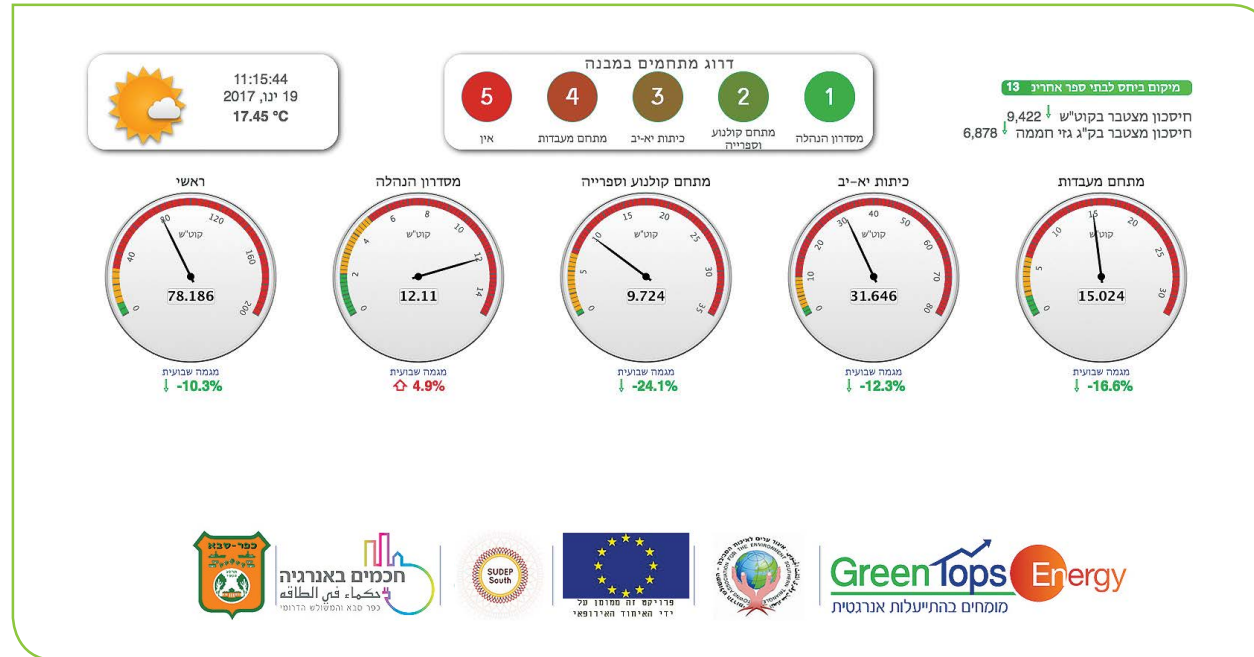
2. מערכות ניהול אנרגיה - ממשקי משתמש

א. ממשק מספר 1 - מסכי תצוגה (Dashboard)

מסכי התצוגה מאפשרים לראות בזמן אמת את צריכת החשמל בבית הספר, בחלוקה לפי מתחמים ובחתיכי זמן שונים (יום, שבוע, חודש וכדומה). למסך התצוגה יש מספר שימושים:

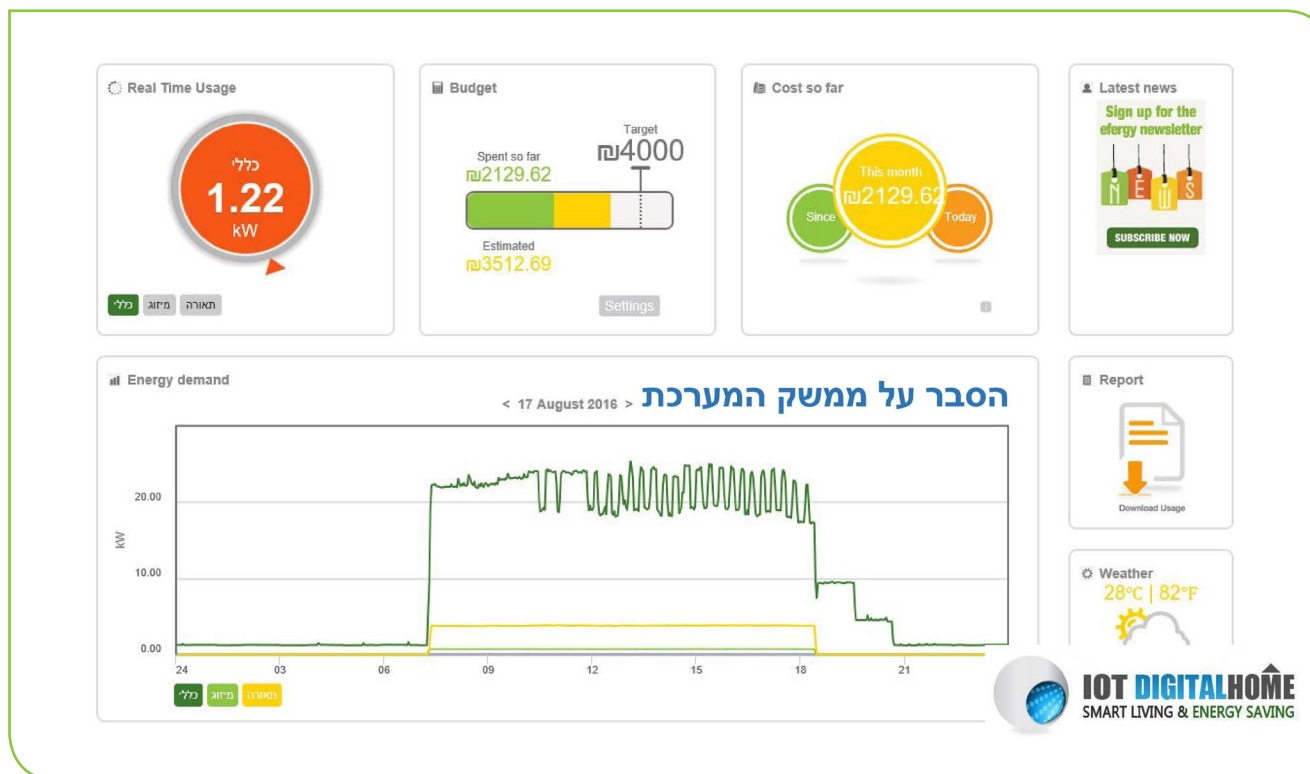
1. **הצגת צריכת החשמל בזמן אמת** - מסייע להכיר את צריכת החשמל בבית הספר בפרקי זמן שונים (בוקר/צהריים/ערב), בהתאם לשינוי מזג האוויר וכדומה.
 2. **הצגת מגמות מרכזיות** - האם בית הספר במגמת עלייה/ירידה ביחס לפרקי זמן קודמים, האם בית הספר עומד ביעדים שקבע לעצמו וכדומה.
 3. **השוואה ויצירת תחרות** - השוואה בין מתחמים בתוך בית הספר, השוואה לבתי ספר אחרים וכדומה.
- מומלץ להקריין את מסך התצוגה על מסך מחשב או טלוויזיה בכניסה לבית הספר, כדי לעורר עניין ולהעלות את מודעות המשתמשים לנושא.

להלן מספר דוגמאות למסכי תצוגה:
 תרשים מספר 2 - דוגמא למסך תצוגה בית ספרי⁵



מסך התצוגה מציג את החיסקון המצטבר של בית הספר מרגע התקנת המערכות (הן בקוט"ש והן בגזי חממה) ואת דירוג המתחמים בבית הספר לפי מידת התייעלותם. כמו כן, המסך מציג את הצריכה הנוכחית ואת המגמה של מתחמים מסוים ביחס לשבוע שעבר.

תרשים מספר 3 - דוגמה למסך תצוגה בית ספרי⁶



מסך תצוגה המציג צריכה בזמן אמת, הגדרת יעד התקציב, העמידה ביעד וההוצאה - כל אלה ברזולוציות מידע שונות, השוואה בין צריכות ועוד.

ב. ממשק מספר 2 - דוחות לדוא"ל

ממשק הדוחות יעיל ביותר כאשר הוא מגיע באופן אוטומטי לדוא"ל ומציג את המגמות המרכזיות בצריכת החשמל בתקופת הדוח (למשל דוח שבועי).

תרשים מספר 4 - סיכום צריכה בדוח השבועי:

צריכה לפי עומסים - סיכום הצריכה השבועית
 בכל מתחם, בקוט"ש, בש"ח ובפליטות גזי חממה (CO₂eq).

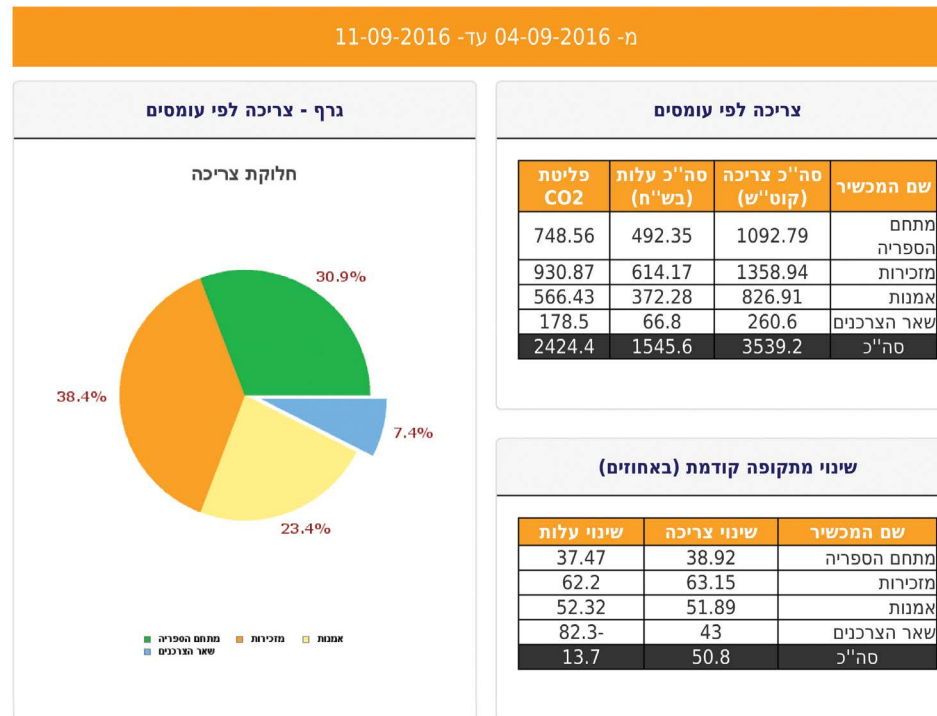
שינוי מתקופה קודמת (באחוזים) - בכמה עלתה (+) או ירדה (-) הצריכה ביחס לשבוע הקודם, בכל מתחם.

גרף צריכה לפי עומסים - הצריכה היחסית של כל מתחם, באחוזים, בשבוע האחרון.

מידע זה מסייע למשתמש להכיר את דפוסי הצריכה בבית הספר, לזהות חריגות מדפוסי הצריכה הקבועים ולזהות מתחמים "בזבזניים".

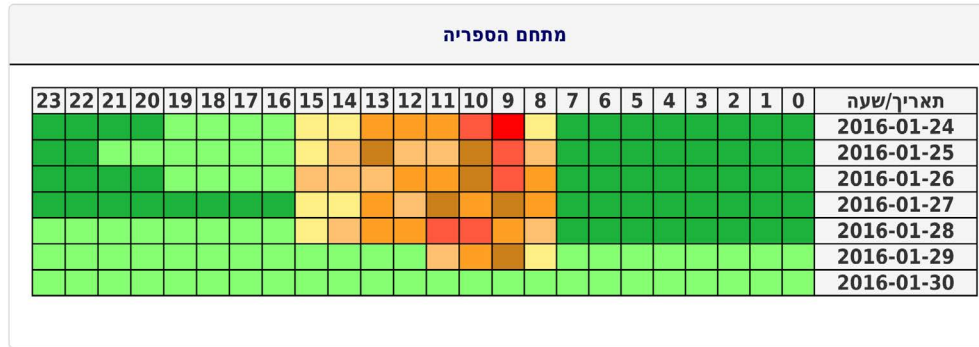
מדוע עלות החשמל אינה קבועה? בתי ספר משלמים לרוב על חשמל לפי מונה תעו"ז, אשר יוצר קשר ישיר בין המחיר שמשלם הלקוח לבין עלויות ייצור החשמל ואספקתו - בהתאם לשינויים בשעות היממה, ימי השבוע ועונות השנה. על פי מונה תעו"ז, ישנה הבחנה בין תעריף צריכה בשעות "שפל", "גבע" ו"פסגה". מידע נוסף באתר חברת החשמל.

<https://www.iec.co.il/businessclients/pages/lowvoltage.aspx>



תרשים מספר 5 - מפת חום בדוח השבועי: 8

שימוש שבועי עבור כל מכשיר
 - נמוך - גבוה -



מפת חום שבועית - כלי יעיל לזיהוי צריכה חריגה מעבר לשעות הפעילות.

בדוגמה המוצגת, העמודה הימנית מציגה את ימות השבוע, בעוד העמודה העליונה מציגה את השעות ביממה משעה 0 (חצות) ועד שעה 23 (23:00).

בטבלה שלעיל ניתן לראות כי צרכן אנרגיה נשאר דולק ביום חמישי (28-01-2016) לאחר תום הפעילות (16:00) ולא כבה במשך כל סוף השבוע.

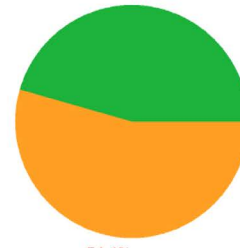


תרשים מספר 6 - דוח צריכה לפי שעות ביממה: 9

מ- 02-05-2016 עד- 09-05-2016

צריכה לפי עומסים

צריכה לפי שעות פעילות
45.6%



■ בתוך שעות הפעילות ■ מחוץ לשעות הפעילות

צריכה ראשית לפי שעות פעילות

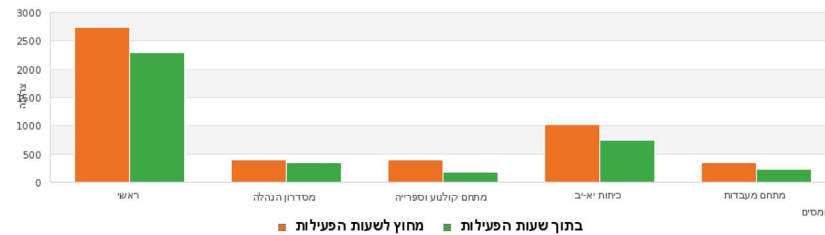
מחוץ לשעות הפעילות	בתוך שעות הפעילות	צריכה - מש"ח בש"ח
2293.3	2737.7	צריכה
930	1270	עלות בש"ח

דו"ח צריכה לפי שעות: באמצעות הדו"ח ניתן לקבל נתונים עבור צריכת החשמל בבית הספר בשעות הפעילות וצריכת החשמל מעבר לשעות הפעילות של בית הספר. את שעות הפעילות ניתן להזין ולשנות בהתאם לבית הספר.

בדוגמא זו, ניתן לראות כי צריכת החשמל בבית הספר מעבר לשעות הפעילות גבוהה יותר מהצריכה בשעות הפעילות עצמן. עובדה שעשויה לעזור לבית הספר לנהל באופן חכם יותר את צריכת החשמל מעבר לשעות הפעילות.

צריכה לפי עומסים

השוואת צריכות לפי עומסים

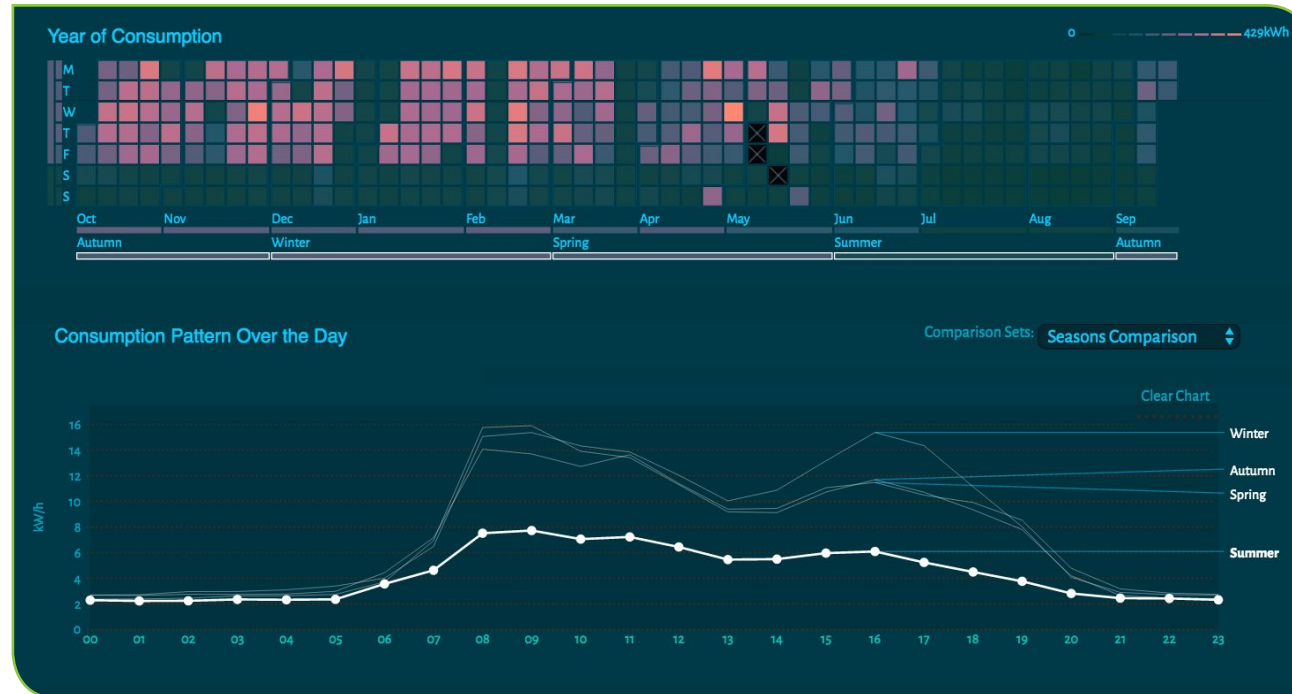


9 התרשים באדיבות חברת גרינטופס אנרגיה

תרשים מס' 7 - ניתוח צריכה ברמה שנתית: 10

מפת חום (למעלה):
 מציגה את צריכת החשמל בכל יום בשבוע (M=שני, T=שלישי, W=רביעי וכדומה), בכל אחד מחודשי השנה ובחלוקה לעונות השנה.

גרף (למטה): מציג את צריכת החשמל הממוצעת בכל שעה ביממה (מ-00:00 ועד 23:00), בחלוקה לפי עונות השנה.



ג. ממשק מספר 3 - התרעות

ממשק זה מאפשר לקבל התרעות בזמן אמת עבור צריכת חשמל "חריגה" - למשל, צריכה מעבר לשעות הפעילות (אם שכחו לכבות מכשיר כלשהו בסוף היום) או צריכה מעל לרף שהגדרנו בשעות הפעילות.

דגשים בקביעת התרעות:

1. כתובת לקבלת ההתרעות: ברוב המערכות יש להגדיר כתובת דוא"ל (ישנן מערכות המאפשרות הגדרת SMS, לרוב בעלות נוספת). רצוי שההתרעות יגיעו למנהלת, אב הבית, מורה מוביל/ה. כדאי לבחון את האפשרות לחבר את המוקד העירוני.

2. הזנת נתונים - בחלק מהמערכות יש להזין את הנתונים הבאים (חלק מהמערכות עושות זאת באופן אוטומטי):

- **שעות פעילות** - מפתיחת המבנה ועד סגירתו המוחלטת. מומלץ לקחת שעה עודפת בפתיחה ובסגירה על מנת למנוע התרעות מיותרות.
- **רף מינימום לקבלת התרעה** - מומלץ לבדוק מול הספק מה הצריכה המינימלית במבנה בשעות הלילה. אם לא בטוחים, ניתן להתחיל עם הנתונים הבאים: רף מינימום למתחם אחד: $1,000W$, רף מינימום לכלל בית הספר: $5,000W$.

זכרו, התרעה טובה היא התרעה שמובילה לפעולה! הימנעו מקבלת התרעות מיותרות!

דוגמא להתרעות מהמערכת

התרעות עבור:

3 הודעות

30 במרץ 2016 בשעה 0:25

גרינטופס אנרגיה <s upportgte@ greentops .co.il>
השב ל: גרינטופס אנרגיה <s upportgte@ greentops .co.il>
אל: גרינטופס אנרגיה <slomit.s viva@gmail.com>



בתאריך: 00:25:06 2016-03-30 נשלחו לך התרעות מ: גרינטופס אנרגיה

הודעה:
ישנה צריכת יתר מחוץ לשעות הפעילות במערכת ראשי עם ערך קיצון:
8394 וואט

Greentops Energy

30 במרץ 2016 בשעה 2:36

גרינטופס אנרגיה <s upportgte@ greentops .co.il>
השב ל: גרינטופס אנרגיה <s upportgte@ greentops .co.il>
אל: גרינטופס אנרגיה <slomit.s viva@gmail.com>



בתאריך: 02:36:37 2016-03-30 נשלחו לך התרעות מ: גרינטופס אנרגיה

הודעה:
ישנה צריכת יתר מחוץ לשעות הפעילות במערכת ראשי עם ערך קיצון:
7876 וואט

Greentops Energy



חלק ד' מימוש פוטנציאל ההתייעלות בבית הספר



1. חיסכון בחשמל באמצעות שינוי התנהגותי

ניסיון קודם מראה שבית ספר יכול להשיג חיסכון של 5%-15% באמצעות שינוי התנהגות בלבד וללא השקעה כספית! להלן מספר טיפים מרכזיים:

א. כיתות, חדרים, משרדים ומסדרונות

1. כיבוי אורות, מזגנים, מקרן, מחשבים בתום הפעילות.
2. אין להשאיר אורות דולקים במסדרונות. לרוב משאירים אור דולק במסדרון לאורך כל היום, ללא קשר למצב התאורה הטבעית או לנוכחות התלמידים בכיתות (בעיקר בסוף היום). עלות תאורת 8 מסדרונות בבית הספר היא כ-18,000 ₪ בשנה!¹¹ צמצום התאורה ב-8 מסדרונות בית ספר ב-25% יוביל לחיסכון של כ-4,500 ₪ בשנה.
3. שינוי הטמפרטורה במזגן לטמפרטורה יעילה אנרגטית (25 מעלות בקיץ; 20 מעלות בחורף). כל מעלה משמעה צריכה של עוד 5% חשמל. העלאת הטמפרטורה של המזגן ב-5 מעלות תפחית את צריכת החשמל ב-25%. העלאת הטמפרטורה ב-20 מזגנים בבית ספר ב-5 מעלות, תחסוך לבית הספר כ-12,000 ₪ בשנה¹².
4. סגירת חלונות/דלתות בעת מיזוג - חוסכת כ-10% בצריכת החשמל של המזגן, כלומר, חיסכון של כ-230 ₪ בשנה למזגן, שיכול להצטבר לחיסכון של אלפי ₪ לבית ספר בשנה.
5. ניקוי פילטרים במזגן לפחות פעם בחודשיים (כתלות בשימוש: ככל שהשימוש מרובה, יש לנקות את הפילטרים בתדירות גבוהה יותר). ניקוי פילטרים חשוב לא רק מבחינה כלכלית וסביבתית, אלא גם מבחינה בריאותית. המזגן שואב את האוויר מפנים החדר, שכולל גם חלקיקי אבק. לכן מזגנים מהווים חממה "נפלאה" לחיידקים ולעובש. באמצעות ניקוי הפילטרים, ניתן להפחית משמעותית את כמות החיידקים והמזהמים שחודרים אל תוך המזגן ולאוויר שאותו אנו נושמים.
6. ביצוע בקרה לפני יציאה לחופשה באמצעות רשימת תיוג (צ'ק ליסט) - בכל פעם שבית הספר יוצא לחופשה (מעבר לסוף שבוע רגיל), מומלץ לבצע סגירה ורישום של כלל צרכני המשאבים במבנה (חשמל ומים). ניתן לבצע זאת באמצעות רשימת התיוג המצורפת, אשר מאפשרת מעקב וזיהוי של "צרכני רפאים".

11 מחושב לפי צריכה של 2.5kW למסדרון, כ 8 שעות עבודה ביום, 220 ימי לימוד בשנה ועלות של 52 אגורות לקוט"ש
12 מחושב לפי צריכה של 5kW למזגן, שדולק במוצע 4.1 שעות ביממה במשך 220 יום ולפי עלות של 52 אגורות לקוט"ש

נוהל סגירת מבנה לקראת סוף שבוע או חופשה¹³

בכל פעם שיוצאים לחופשה או לסוף שבוע, מומלץ לפעול על פי הנוהל המצורף:

1. אין להשאיר מחשבים פועלים במהלך סוף השבוע/חופשה.
 2. אין להשאיר מזגנים עובדים במהלך סוף השבוע/חופשה.
 3. אין להשאיר תאורה בכיתות או במשרדים בשעות בהם אין פעילות.
 4. יש לנתק מהחשמל כל מכשיר שאינו בעבודה.
 5. יש לוודא צמצום שעות פעולתה של תאורת החוץ למינימום הניתן, ובמקומות נדרשים בלבד.
 6. בכל יציאה לחופשה, חגים וסופי שבוע, ימנה המנהל את אב הבית או את אחד העובדים (כאשר אב הבית עוזב מוקדם משעת הסגירה) כאחראי על סגירת המוסד וביצוע נוהל כיבוי של כל הציוד החשמלי בבית הספר.
 7. בבתי הספר בהם מותקנות מערכות מיזוג מרכזיות, יש לוודא כי כל המערכות והמשאבות כובו.
- המלצה:** רשמו את נתוני מונה המים ומונה החשמל בזמן סגירת המוסד. כאשר חוזרים לעבודה קיראו ורשמו פעם נוספת את נתוני המונים ודווחו לממונה האחזקה. ההפרש בין המונים ייתן תמונה מדויקת של צריכת האנרגיה והמים של המבנה בעת שאינו פעיל. מרבית הצריכה הזו הינה מיותרת וניתנת לחיסכון.
- כדאי לזכור כי** המוסד החינוכי ומבנה הרשות ממוקמים בתוך העיר, התושבים רואים ושומעים את הציוד שנשאר לעבוד ללא צורך.

13 מבוסס על נוהל שנכתב על ידי חברת נידן מערכות, שליטה ובקרה בע"מ



מצ"ב טופס בסיסי בעזרתו ניתן לקיים נוהל סגירה מסודר לקראת היציאה לחופשה:

שם המוסד _____ תאריך ושעת סגירת המוסד _____

נושא	הפעילות הנדרשת	לא בוצע	בוצע חלקית	בוצע בצורה מושלמת	הערות
תאורה	הפסקת כל מעגלי התאורה בכיתות או במשרדים				
	הפסקת כל המזגנים בכיתות או במשרדים				
פסיבי	הפסקת מערכת המיזוג המרכזית				
	איתור דליפות מים במבנה השירותים				
	כיבוי מערכות חימום/קירור מים לשתייה				
	הפסקה מסודרת של כל המחשבים במוסד				
	הפסקת כל הציוד הלבן, מכונות צילום, מדפסות כבוי מערכות מולטי-מדיה ומטול ("ברקו")				
מונה מים	רישום מונה המים עם סגירת בית הספר				
	לפני סגירת בית הספר				
	בחזרה מהחופשה				
מונה חשמל	רישום מונה החשמל עם סגירת בית הספר				
	לפני סגירת בית הספר				
	בחזרה מחופשה				
דיווח נוסף	כל רעיון שאלה ובקשה בתחום:				

שם ממלא הטופס: _____



ב. תחזוקת מזגנים

תחזוקה נאותה של מנועי המזגנים תבטיח פעילות תקינה בימי מזג אוויר קיצוני, תמנע תקלות ותסייע להפחית את צריכת החשמל.

בהתאם לגיל המזגן, מומלץ להזמין טכנאי מזגנים לטיפול כולל במנועים בכול 6-12 חודשים - ניקוי המכסה של המדחס, ניקוי המאייד והלהבים של המאוורר, בדיקת הבידוד סביב הצנרת, בדיקת גז הקירור וכיול התרמוסטט.

ג. מזכירות וחדרי מחשבים

1. יש לדאוג שכלל המחשבים בבית הספר נכנסים אוטומטית למצב שינה אחרי 15 דקות ומכבים את הצג לאחר 5 דקות. ניתן לבצע הגדרות אלו בלוח בקרה ← חיפוש ← צריכת חשמל ← ערוך תכניות צריכת חשמל
2. מדפסות ופקסים: יש לדאוג לכיבוי מלא בסוף היום (לא למצב השהיה/המתנה וכדומה). תקלה בתהליך ההדפסה יגרום למדפסת להמשיך לעבוד במשך כל הלילה!
3. יש לדאוג לכיבוי כולל של כלל המחשבים בסופי שבוע וביציאה לחופשות.

ד. חדר מורים

1. יש לדאוג לכיבוי מיחמים או מתקני שתייה (כגון תמי 4) בסוף היום. מומלץ להתקין קוצב זמן (טיימר) דיגיטלי, שיפעיל את המתקן במהלך השבוע בשעות הפעילות של בית הספר ויכבה אותו בלילה ובסופי שבוע
2. מקררים
 - יש לבדוק את גומיות הדלתות של המקרר (אי אטימה מגבירה את פעילותו לצורך שמירה על הטמפרטורה).
 - יש לכוון את התרמוסטט לדרגה מתאימה.
 - יש להימנע מפתיחת הדלת שלא לצורך ולקצר עד כמה שאפשר את הזמן שבו הדלת פתוחה.
 - יש להקפיד שלא יצטבר קרח רב מדי בתא ההקפאה. הדבר גורם לצריכת אנרגיה מיותרת ופוגע ביעילות המקרר.
 - יש להציב את המקרר במקום מוצל וקריר. קרינת השמש מוסיפה חום מיותר ומגדילה עומס על המקרר.
 - יש להעמיד את המקרר כ-15 ס"מ מהקיר (לא להצמיד אותו). המקרר זקוק לאוורור והצמדה לקיר מעלה את צריכת החשמל.

3. טוסטרים/טוסטר אובן

- בדרך כלל אין צורך בחימום מוקדם של תא האפייה. הימנעות מחימום התנור לפני אפייה חוסכת כ-10% מהאנרגיה.
 - רצוי להפסיק את פעולת התנור כמה דקות לפני סיום האפייה. החום שנאגר ממשיך לפעול גם לאחר כיבוי התנור.
 - יש לוודא כי דלת התנור אטומה. איטום לא מיטבי גורם לבזבז חשמל ועלול לגרום לכוויות.
4. תנורים נוספים: יש למנוע מצבים בהם אנשי צוות מביאים מפזרי חום אישיים. מפזרי החום צורכים הרבה אנרגיה, ובמקרים רבים נשכחים דולקים ומהווים סכנה בטיחותית (שריפות).
5. מטענים: יש לנתק את כל המטענים בסיום השימוש. במקרים רבים משאירים מטען קבוע בשקע (אחד בבית ואחד בעבודה). אלו צורכים אנרגיה גם כשאינם מטענים. צריכה זו מיותרת ובעלת חשיבות חינוכית (להפעיל את מה שצריך רק בזמן שצריך).

חשוב לזכור:

ניקוי פילטרים במזגנים
מביא לחיסכון של כ-5%
בצריכת המיזוג!

סגירת דלתות וחלונות
יכולה להפחית את צריכת
המיזוג בכ-10% ולחסוך
אלפי שקלים בשנה!

כל מעלה משפיעה על
צריכת המזגן בכ-5%.
ב-20 מזגנים הפועלים
בממוצע 4 שעות ביום,
הפרש של 5 מעלות
עשוי לחסוך לבית הספר
כ- 12,000 ₪ בשנה!

2. חיסכון בחשמל באמצעות שדרוג התשתית

שדרוג תשתית יכול לחסוך לבית הספר בין 10%-30% בצריכת החשמל והוא כולל פעולות פשוטות בעלות נמוכה והחזר השקעה מהיר, כמו גם פעולות מתקדמות שמומלץ לעשותן בעת שיפוץ או בעת החלפת מכשירי חשמל.

א. פעולות פשוטות בעלות נמוכה והחזר השקעה מהיר



באדיבות: ש.מ יוניברס אלקטרוניקס

1. **כיבוי אוטומטי של המזגנים** - מומלץ להתקין בקרים (מזגניות) על כל המזגנים בבית הספר, כדי לוודא כיבוי אוטומטי. המזגנים הם צרכן האנרגיה המרכזי בבית הספר. השארת מזגנים דולקים לאחר שעות הפעילות עלולה לגבות מבית הספר אלפי שקלים בודדים ועד עשרות אלפי שקלים בשנה. התקנת בקרים על המזגנים תוודא כיבוי אוטומטי של המזגן לאחר פרק זמן מוגדר (רצוי להגדיר כשעתיים). בפרויקטים קודמים שבוצעו בבתי ספר, החיסכון שהושג בהתקנת בקרים היה כ-2,000 ₪ למזגן לשנה.

2. **תאורת חוץ** - תאורת חוץ מהווה צרכן אנרגיה משמעותי בבתי ספר עקב שעות העבודה הרבות.

בממוצע, תאורת חוץ דולקת בין 4,300-2,100 שעות בשנה, ועלות ממוצעת לבית ספר יכולה להסתכם ב-4,300-8,600 ₪ בשנה.¹⁴

לכן, מומלץ לנקוט בפעולות הבאות:

• **התקנת שעונים אסטרונומיים** - מוודאים כיבוי והדלקה בהתאם לשעות השקיעה והזריחה לכל אורך השנה.

החיסכון המשוער מהתקנת שעונים אסטרונומיים הוא כ-10% ביחס לטיימר רגיל ומתבטא בחיסכון של כ-1,000 ₪ בשנה.

14 מחושב לפי צריכה של 4kW לכלל תאורת החוץ בעלות של 52 אג' לקוט"ש

- **החלפה לנורות חסכניות** - החלפת תאורת חוץ לנורות השראה (אינדוקציה) עשויה לחסוך כ-40% מצריכת החשמל. בנוסף, משך החיים של נורת השראה הוא כ-15 שנה, בהשוואה ל- 2.5-3 שנים לנורה רגילה. אם מותקנים פרוז'קטורים בבית הספר מומלץ להחליפם לפרוז'קטורים LED, מהלך שיוביל לחיסכון של כ-80% בעלות צריכת החשמל!



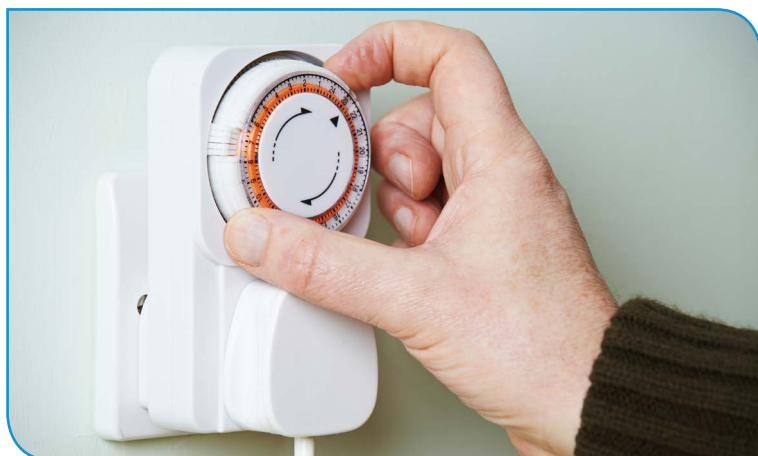
באדיבות: אורפוינט אנרגיה



3. **תאורת פנים** - תאורת פנים היא צרכן חשמל משמעותי, עקב שעות הפעילות הרבות. העלות לבית הספר יכולה להסתכם ב-20,000 ₪ בשנה לבית הספר.¹⁵

מומלץ להחליף גופי תאורה ישנים (T8) בגופי תאורה חסכוניים: ניתן לחסוך כ-60% מצריכת החשמל במעבר לנורות LED, וכ-35% במעבר לנורות T5.

באולמות ספורט מומלץ להחליף מנורות **מטל** הלייד ל**נורות השראה (אינדוקציה)** - החלפה של 10 נורות תביא לחיסכון של כ-5,600 ₪ בשנה.



4. **קולרים ומתקני שתייה קרה וחמה** - מתקנים אלו ממשיכים לצרוך אנרגיה גם כאשר בית הספר סגור, ובמקרים רבים עיקר צריכת החשמל היא מעבר לשעות הפעילות! ניתן לחסוך כ-76 ₪ בשנה עבור כל מתקן שתייה קרה או חמה, על-ידי צמצום שעות הפעילות של המתקן. החיסכון עבור 12 מתקני שתייה, הוא כ-900 ₪ בשנה.

לצורך כך, יש להתקין קוצבי זמן (טיימרים) על כל מתקני השתייה בבית הספר, להגבלת פעילות המתקנים בשעות העבודה בלבד.

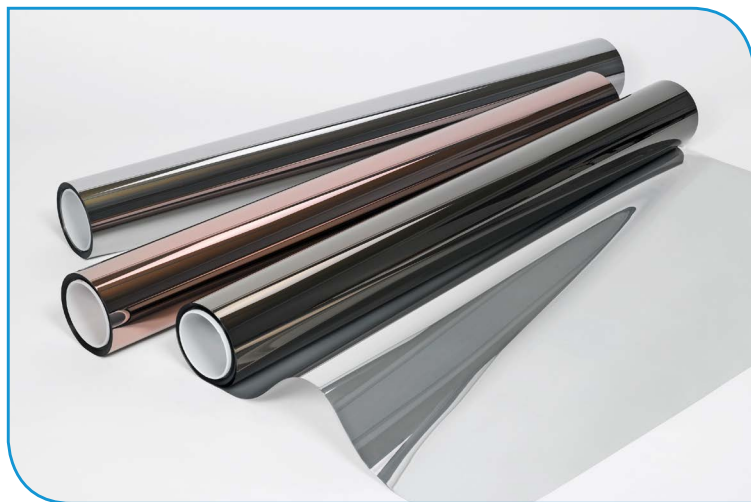
15 מחושב לפי בי"ס עם 20 כיתות (800W לכיתה) ו-15 חדרים (500W לחדר) * 1,760 שעות בשנה * 52 אג"קוט"ש

ב. פעולות מתקדמות לביצוע בעת שיפוץ/החלפת מוצרי חשמל

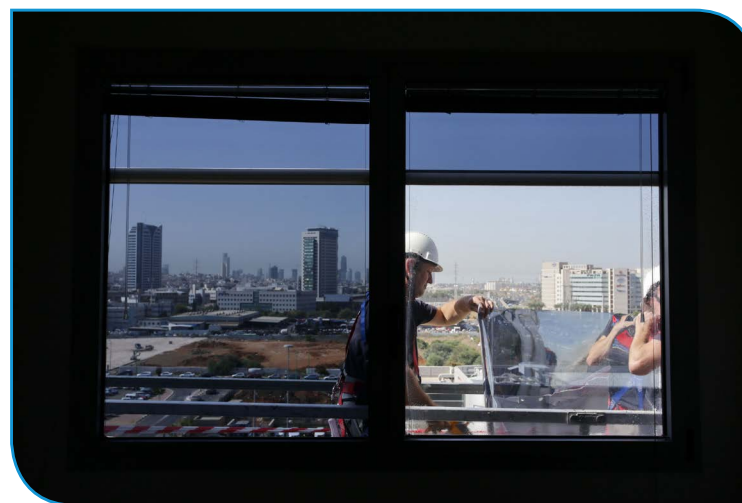
השקעה בבידוד או הצללה של המבנה משפרת את איכות החיים והלמידה, מצמצמת את הצורך בהפעלת המזגן וחוסכת אלפי שקלים לשנה בחשבון החשמל.

1. הצללה ובידוד - ניתן לבצע במבנה קיים

- **התקנת יריעות אנטי סאן -** ציפוי מגן לזגוגית מפני קרינה וחום שמש. היריעה, המודבקת לחלון, מפחיתה משמעותית את אפקט החימום של הכיתה ומקטינה את צריכת מיזוג האוויר בכ-30%. היריעה מצמצמת גם את השימוש בוילונות ומאפשרת לנצל באופן מיטבי את האור טבעי. את היריעה יש להתקין על החלונות הפונים מזרחה, דרומה ומערבה (בהתאם לשעות הפעילות של בית הספר). ניתן לבחור יריעה בהתאם לכמות החום ו/או האור שרוצים "לחסום". ליריעה אורך חיים של כ-10 שנים.



התמונות באדיבות: קוטלב חניטה ציפויים אגש"ח בע"מ



- **שתילת צמחייה עונתית להצללה** - בדרך כלל עצים/שיחים נשירים, שבקיץ מצלים ותורמים להפחתת החימום מקרינה ישירה ובחורף מאפשרים קרינה ישירה (חימום פסיבי).



- **גג / קיר ירוק** - לגגות וקירות ירוקים יתרונות רבים, החל משיפור איכות האוויר, אפשרות ליצירת גינת מאכל, תרומה לעיצוב ונראות, וכמובן בידוד טוב יותר למבנה. תכונות הבידוד התרמי של גג ירוק/קיר ירוק מובילות להפחתת הצורך בשימוש במיזוג ולהפחתת צריכת האנרגיה של המבנה. ניתן לגדל בהם סוגי צמחים שונים ומגוונים, המותאמים לשיטת גידול זו.

2. **שיפור הבידוד של המבנה** - מומלץ לבצע בעת שיפוץ או בהקמה של מבנה חדש: הפעולות הבאות יאפשרו הולכת חום/קור נמוכה יותר ובידוד טוב יותר של המבנה:

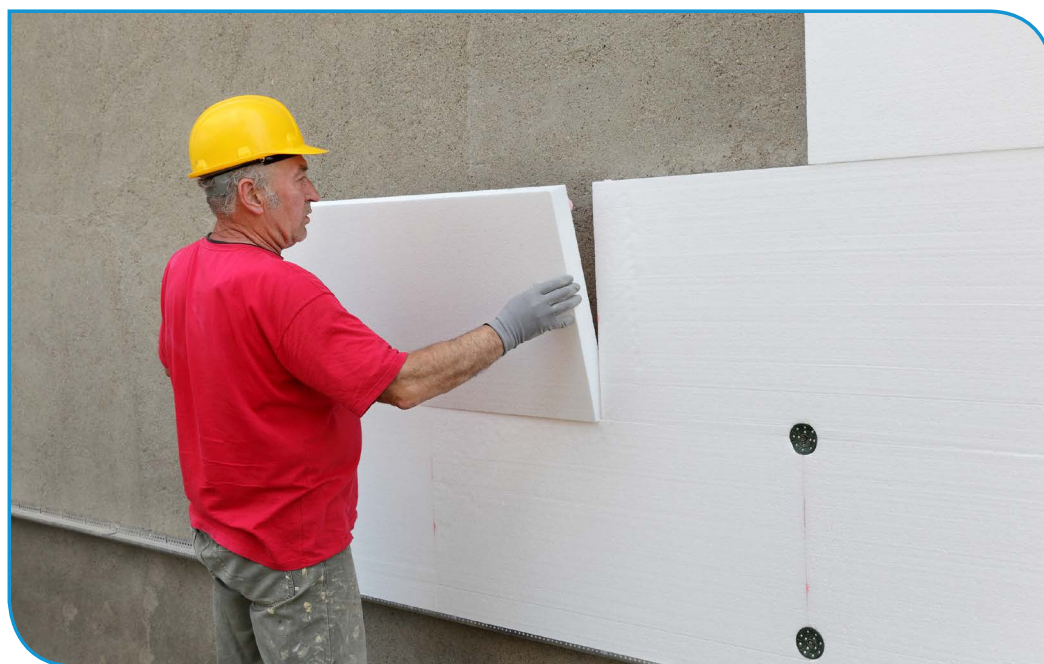
- **הצללה מבנית** - הצללות הן מרכיב חיוני לבקרת כמות קרינת שמש ישירה, חום, קור ואור טבעי החודרים לבית.

הצללה חיצונית מוגדרת כמוצרים המותקנים מצידה החיצוני של זגוגית החלון, כדוגמת תריסים חיצוניים, סוככים או צלונים. מנגד, הצללה פנימית מתייחסת לכל פתרונות הצללה בחלקו הפנימי של החלון והבית, כדוגמת וילונות.

ההבדל העיקרי שבין הצללה חיצונית לפנימית הוא ברמת הבידוד התרמי שפתרונות אלו מספקים. הצללה חיצונית, המסתירה את זגוגית החלון, מונעת חדירת קרינת שמש לחלל הפנימי, וכך שומרת על טמפרטורה נעימה במבנה ומונעת את חימומו. מנגד, הצללה פנימית אינה מונעת חדירת קרינת שמש לזגוגית החלון, דבר הגורם להצטברות חום בזיגוג, המעלה את הטמפרטורה בחלל הפנימי. בישראל, הצללה חיצונית עדיפה כי היא מעניקה חלל נעים לשהייה וחוסכת בהוצאות החשמל לצורך קירורו.

תכנון מושכל של הצללה יאפשר שיפור של תחושת הנוחות בכל עונות השנה: באמצעות הצללה נכונה, ניתן להפחית את עומס החום ומידת הסנוור בעונה החמה, ובמקביל לאפשר חשיפה ניכרת לקרינת השמש ורמה מספקת של תאורה טבעית בעונה הקרה.

- **בידוד לקירות המבנה** - תוספת רכיבי בידוד כגון טיח תרמי, תוספת של חיפוי גבס עם חומר בידוד (צמר סלעים), לוחות פוליסטירן מוקצף כבסיס לצביעה ועוד. הבידוד יכול להיות מיושם בקירות הפנימיים או החיצוניים. עובי הבידוד ייקבע לפי הרכב הקיר הקיים.
- יתרונות בידוד מעטפת הבניין לחיסכון באנרגיה: בידוד תרמי מקטין את המעבר פנימה של חום בלתי רצוי בקיץ ומצמצם את איבוד החום במשך החורף.
- **בידוד לזיגוג** - החלפת הזיגוג לזכוכית מבודדת (זכוכית כפולה), בחלונות גדולים הפונים לכיוון מזרח, דרום ומערב (בהתאם לשעות הפעילות בבית הספר).
- **בידוד לגגות** - צביעת הגג בגוון בהיר, ותוספת בידוד בהתאם לצורך. הבידוד יכול להיות פנימי או חיצוני. עובי הבידוד ייקבע לפי הרכב הגג הקיים.



3. החלפה של מוצרי חשמל ישנים במוצרים חדשים וחסכוניים

במידה שבית הספר שוקל החלפת מוצרי חשמל, כדאי לשים לב להמלצות הבאות:

- החלפת מערכות מיזוג האוויר למערכות בעלות דרוג אנרגטי גבוה (A).
- תווית האנרגיה ניתנת על ידי מכון התקנים, ומדרגת את היעילות האנרגטית של המזגן ביחס לממוצע בשוק. העדיפו לרכוש מזגן בעל דירוג אנרגטי A. בנוסף, יש לבדוק כמה זמן אחריות ניתן על המוצר. העדיפו מוצר עם יותר שנות אחריות, שיחסוך כסף וכאב ראש.
- גם בקניית מקרר העדיפו דירוג אנרגטי A ועם יותר שנות אחריות.
- התקנת חיישני נוכחות לשליטה על המיזוג והתאורה, המכבים באופן אוטומטי את אמצעי החשמל כאשר אין נוכחות של אנשים בחלל, ובכך מסייעים להפחית צריכת חשמל בזמן שאין בה צורך.

תווית אנרגיה	
שם היצרן / اسم الشركة المنتجة Manufacture Name	
שם הימport / اسم الموردين Importer Name	
דגם / نموذج Model	
<p>יעיל ביותר</p> <p>לא יעיל</p>	B
צריכת החשמל השנתית (קוט"מ) (השקלה לטר של הקטריה (קוט"מ)) Annual power consumption (kWh)	XXX
קומפארטמנטים קפואים (קומפארטמנטים קפואים) Food compartment capacity (liters)	XXX
קומפארטמנטים קפואים (קוט"מ) (קומפארטמנטים קפואים) Freezing compartment capacity (liters)	XXX
עומק הקפאה של המזון Freeze depth	XXX
שנת הנפקת התווית תאריך הנפקת התווית Issuance of the label	T
2018	



כתיבה: שלומית קיטרו; הרן בר און

ייזום: **משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים וצוות פרויקט "חכמים באנרגיה" בכפר סבא**

- קראו, העירו ותרמו לכתיבת דוח זה (לפי סדר אלף-בית)
- אורית משעל, היחידה האזורית לאיכות הסביבה בשרון
- איתי צחר, משנה למנכ"לית, עיריית כפר סבא
- אלה דנון, מחלקת קיימות, כפר סבא
- טל גולדרט, מרכז השלטון המקומי
- יונת שוורץ, קרן אנרגיה
- מג'ד עיסא, איגוד ערים לאיכות סביבה משולש דרומי
- סועאד מנצור, רכזת פרויקט "חכמים באנרגיה" במשולש הדרומי
- ראובן בנאי, עיריית כפר סבא

עיצוב גרפי: לפ"מ דודו הרוש
עריכה לשונית: עין-יה זיו-טל

- מדריך זה מציג תוכנות ניהול אנרגיה של מגוון חברות בשוק הישראלי. הצגת התוכנות מיועדת להמחשה בלבד ואינה מהווה המלצה לשימוש בתוכנה כזו או אחרת.
- חוברת זו כתובה בלשון זכר מטעמי נוחות. כל האמור מיועד לזכר ולנקבה כאחד.
- לשאלות על התכנית החינוכית ניתן לפנות לאחראית על התכניות החינוכיות במשרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים: education@energy.gov.il
- רשויות מקומיות שמעוניינות במידע נוסף על קידום התייעלות אנרגטית יכולות לפנות למנהלת תכנית משא"ב מדיניות שימור אנרגיה ברשויות: sviva.masham@gmail.com



משרד התשתיות הלאומיות,
האנרגיה והמים
www.energy.gov.il

